




# PROVINCIA DI BRESCIA

## INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER IL RIPRISTINO O LA POSA DI NUOVE BARRIERE DI SICUREZZA STRADALE LUNGO LE STRADE PROVINCIALI CUP: H77H19001460003

SP BS 345 DA PKM 31+965 A PKM 32+331

|  |   |              |           |
|--|---|--------------|-----------|
| PROGETTISTA  | PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO                   |              |           |
| <div>Dott. Ing. Agostino Maninetti</div> <div></div> <div>via G. Rosa, 13/F - 24125 Bergamo (BG) - mail: ago.maninetti@gmail.com</div> | PROGETTO GENERALE                               |              |           |
|  | OGGETTO   |              |           |
| COLLABORATORE  | Capitolato speciale d'appalto<br>Norme tecniche |              |           |
| <div>Dott. Arch. Giosue' Savoldelli</div> <div>via G. Rosa, 13/F - 24125 BERGAMO (BG) - gio.savoldelli@gmail.com</div>   | TAVOLA / ALLEGATO                               |              |           |
| RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  | PG11  |              |           |
| <div>Dott. Ing. Enrica Savoldi</div> <div>Provincia di Brescia - Settore delle Stade e dei Trasporti<br/>Piazza Tebaldo Brusato 20 - 25121 Brescia (BS)</div>  | ORIENTAMENTO                                    | N. DOCUMENTO |           |
|  | DATA  | SCALA        |           |
|  | 21/04/2023                                      |              |           |
|  | AGGIORNAMENTO                                   |              |           |
|  | DESCRIZIONE                                     | DATA         | REVISIONE |
|  |   |              |           |
|  |   |              |           |



# Capitolato Speciale d'Appalto

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPO I – PRESCRIZIONI E LAVORI GENERALI</b>                         | <b>8</b>  |
| Art. 1 QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI                            | 8         |
| Art. 1.1 Norme Generali  | 8         |
| Art. 1.2 Valutazione dei Lavori  | 8         |
| Art. 2 SAGGI, SONDAGGI E PROVE SUI MATERIALI                           | 8         |
| Art. 2.1 Norme Generali  | 8         |
| Art. 2.2 Valutazione dei Lavori  | 8         |
| Art. 3 TRACCIATI E RILEVAMENTI   | 9         |
| Art. 3.1 Norme Generali  | 9         |
| Art. 3.2 Operazioni Topografiche                                       | 9         |
| Art. 3.4 Precisioni e Strumentazione Richiesti                         | 11        |
| Art. 3.5 Rilevamenti   | 11        |
| Art. 3.6 Valutazione dei Lavori  | 11        |
| Art. 4 INDENNITA' DI DISCARICA   | 12        |
| Art. 4.1 Norme Generali  | 12        |
| Art. 4.2 Misurazione e Valutazione dei Lavori                          | 12        |
| Art. 5 DISBOSCAMENTO   | 12        |
| Art. 5.1 Esecuzione dei Lavori   | 12        |
| <b>CAPO II – VALUTAZIONE ARCHEOLOGICA E BONIFICA ORDIGNI. BELLICI</b>  | <b>14</b> |
| Art. 6 VALUTAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA                             | 14        |
| Art. 6.1 Premessa  | 14        |
| Art. 6.2 Sommario delle Indagini ed Attività                           | 14        |
| Art. 6.3 Scavi Archeologici  | 14        |
| Art. 6.4 Documentazione dello Scavo in Corso d'Opera                   | 16        |
| Art. 6.5 Raccolta e Sistemazione dei Reperti                           | 16        |
| Art. 6.6 Operazioni di Post-Scavo                                      | 17        |
| Art. 6.7 Oneri a carico dell'Appaltatore                               | 17        |
| Art. 7 BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI                                     | 17        |
| Art. 7.1 Campo di applicazione   | 17        |
| Art. 7.2 Prescrizioni Generali   | 17        |
| Art. 7.3 Oneri per la Sicurezza  | 19        |
| Art. 7.4 Normative di Riferimento                                      | 19        |
| Art. 7.5 Definizioni   | 20        |
| Art. 7.6 Procedure preliminari   | 20        |
| Art. 7.7 Modalità di esecuzione  | 23        |
| Art. 7.8 Lavorazioni – Norme Tecniche Particolari                      | 27        |
| <b>CAPO III – SCAVI</b>  | <b>31</b> |
| Art. 8 SCAVI ALL'APERTO ED IN SOTTERRANEO                              | 31        |
| Art. 8.1 Modalità Esecutive  | 31        |
| Art. 8.2 Tipi a Categorie di Scavo all'Aperto                          | 31        |
| Art. 8.3 Controllo dell'Acqua  | 32        |
| Art. 8.4 Discariche e Depositi Temporanei                              | 33        |
| Art. 8.5 Definizione degli Scavi all'Aperto ai Fini del Pagamento      | 33        |
| Art. 8.6 Definizione degli Scavi in Sotterraneo ai Fini del Pagamento. | 34        |
| Art. 8.7 Misurazione e Valutazione dei Lavori                          | 34        |
| <b>CAPO IV – CONSOLIDAMENTI IN GALLERIA</b>                            | <b>36</b> |
| Art. 9 CALCESTRUZZO SPRUZZATO  | 36        |
| Art. 9.1 Generalità  | 36        |
| Art. 9.2 Materiali   | 36        |
| Art. 9.3 Resistenza alla Compressione del Calcestruzzo                 | 37        |
| Art. 9.4 Composizione del Calcestruzzo                                 | 37        |
| Art. 9.5 Confezione  | 38        |
| Art. 9.6 Prove Preliminari   | 38        |
| Art. 9.7 Preparazione del Fondo di Applicazione                        | 38        |
| Art. 9.8 Applicazione  | 38        |

|   |           |
|---|-----------|
| Art. 9.9 Superfici per Impermeabilizzazioni con Guaina in PVC             | 39        |
| Art. 9.10 Prove in Corso d'Opera  | 40        |
| Art. 9.11 Controlli di Quantità sulle Fibre in Acciaio                    | 40        |
| Art. 9.12 Misurazione e Valutazione dei Lavori                            | 40        |
| Art. 10 RETE ELETTRICALADATA  | 41        |
| Art. 10.1 Materiale   | 41        |
| Art. 10.2 Posa in Opera   | 41        |
| Art. 10.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori                            | 42        |
| <b>CAPO V – TIRANTI</b>   | <b>43</b> |
| Art. 11 TIRANTI A TREFOLE   | 43        |
| Art. 11.1 Tipo di Tiranti   | 43        |
| Art. 11.2 Composizione dei Tiranti  | 43        |
| Art. 11.3 Disegni e Dati Tecnici  | 43        |
| Art. 11.4 Materiali   | 44        |
| Art. 11.5 Prove sui Materiali   | 44        |
| Art. 11.6 Perforazione e Posa in Opera dei Tiranti                        | 45        |
| Art. 11.7 Misurazione e Valutazione dei Lavori                            | 46        |
| <b>CAPO VI – RILEVATI E RIEMPIMENTI</b>                                   | <b>48</b> |
| Art. 12 RILEVATI COMPATTATI   | 48        |
| Art. 12.1 Qualità dei Materiali   | 48        |
| Art. 12.2 Provenienza dei Materiali                                       | 48        |
| Art. 12.3 Preparazione e Compattazione del Piano di Posa                  | 49        |
| Art. 12.4 Posa in Opera   | 50        |
| Art. 12.5 Sospensione dei Lavori di Costruzione                           | 50        |
| Art. 12.6 Umidificazione  | 50        |
| Art. 12.7 Compattazione   | 51        |
| Art. 12.8 Profilatura e Rivestimento delle Scarpe                         | 51        |
| Art. 12.9 Fossi di Guardia  | 51        |
| Art. 12.10 Maggiori Dimensioni  | 52        |
| Art. 12.11 Protezione e Manutenzione                                      | 52        |
| Art. 12.12 Misurazione e Valutazione dei Lavori                           | 52        |
| Art. 13 RILEVATI E RIEMPIMENTI NON COMPATTATI                             | 53        |
| Art. 13.1 Impiego   | 53        |
| Art. 13.2 Qualità dei Materiali   | 53        |
| Art. 13.3 Provenienza dei Materiali                                       | 54        |
| Art. 13.4 Posa in Opera   | 54        |
| Art. 13.5 Misurazione e Valutazione dei Lavori                            | 54        |
| Art. 14 MANUFATTI IN TERRA RINFORZATA/ARMATA                              | 54        |
| Art. 14.1 Costituzione dei Manufatti in Terra Rinforzata/Armata           | 54        |
| Art. 14.2 Materiali in Acciaio, Biostuoia e Geotessile                    | 55        |
| Art. 14.3 Terreno per il Rilevato   | 58        |
| Art. 14.4 Controllo sui Materiali   | 59        |
| Art. 14.5 Costruzione dei Manufatti                                       | 59        |
| Art. 14.6 Inerbimento e piantumazione                                     | 63        |
| Art. 14.7 Manutenzione  | 64        |
| Art. 14.8 Verifica dei Manufatti in Terra Armata                          | 64        |
| Art. 14.9 Misurazione e Valutazione dei Lavori                            | 64        |
| Art. 14.A STABILIZZAZIONE DELLE TERRE CON CALCE                           | 64        |
| <b>CAPO VII – CALCESTRUZZI E LAVORI COMPLEMENTARI</b>                     | <b>67</b> |
| Art. 15 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI (NORMALI E PRECOMPRESSI) | 67        |
| Art. 15.1 Calcestruzzi  | 67        |
| Art. 15.2 Note sulle caratteristiche dei materiali                        | 67        |
| Art. 15.3 Ponti e viadotti.   | 71        |
| Art. 15.4 Gallerie e trincee confinate da muri                            | 71        |
| Art. 15.5 Cemento   | 71        |
| Art. 15.6 Aggregati   | 73        |
| Art. 15.7 Acqua di impasto  | 75        |
| Art. 15.8 Additivi  | 75        |
| Art. 15.9 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti  | 76        |
| Art. 15.10 Additivi aeranti   | 76        |
| Art. 15.11 Additivi ritardanti e acceleranti                              | 77        |

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Art. 15.12                                      | Additivi antigelo  | 77         |
| Art. 15.13                                      | Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)   | 77         |
| Art. 15.14                                      | Tipi e classi dei conglomerati cementizi   | 78         |
| Art. 15.15                                      | Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi   | 80         |
| Art. 15.17                                      | Controlli in corso d'opera   | 82         |
| Art. 15.16                                      | Resistenza dei conglomerati cementizi  | 82         |
| Art. 15.18                                      | Durabilità dei conglomerati cementizi  | 83         |
| Art. 15.19                                      | Tecnologia esecutiva delle opere   | 84         |
| Art. 15.20                                      | Confezione dei conglomerati cementizi  | 84         |
| Art. 15.21                                      | Trasporto  | 85         |
| Art. 15.22                                      | Posa in opera  | 86         |
| Art. 15.23                                      | Stagionatura e disarmo, prevenzione delle fessure da ritiro plastico                                       | 88         |
| Art. 15.24                                      | Maturazione accelerata a vapore  | 88         |
| Art. 15.25                                      | Disarmo e scasseratura   | 88         |
| Art. 15.26                                      | Protezione dopo la scasseratura  | 89         |
| Art. 15.27                                      | Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari   | 89         |
| Art. 15.28                                      | Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco   | 89         |
| Art. 15.29                                      | Armature per c.a.  | 90         |
| Art. 15.30                                      | Armatura di precompressione  | 91         |
| Art. 15.31                                      | Protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti  | 91         |
| Art. 15.32                                      | Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio        | 91         |
| Art. 15.33                                      | Apparecchiature e materiali impiegati nella prova  | 91         |
| Art. 15.34                                      | Metodologia di prova   | 91         |
| Art. 15.35                                      | Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi | 92         |
| Art. 15.36                                      | Resoconto di prova   | 92         |
| Art. 15.37                                      | Rivestimento delle pareti di scavo, pendici o pozzi di fondazione  | 93         |
| Art. 16   | MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO                          | 95         |
| Art. 16.a                                       | CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE                                | 96         |
| Art. 16.b                                       | SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO  | 97         |
| 16.b.1  | Verniciature   | 97         |
| 16.b.2  | Norme Tecniche   | 97         |
| Art. 17   | PROFILI IN PVC DI TENUTA IDRAULICA (WATER-STOPS)   | 98         |
| Art. 17.1                                       | Generalità   | 98         |
| Art. 17.2                                       | Materiale  | 98         |
| Art. 17.3                                       | Posa in Opera  | 98         |
| Art. 17.4                                       | Misurazione e Valutazione dei Lavori   | 98         |
| Art. 18   | GIUNTI DI DILATAZIONE PER IMPALCATI DI PONTI E VIADOTTI  | 99         |
| Art. 18.1                                       | Generalità   | 99         |
| Art. 18.2                                       | Materiali  | 99         |
| Art. 18.3                                       | Posa in Opera  | 99         |
| Art. 18.4                                       | Misurazione e Valutazione dei Lavori   | 100        |
| Art. 19   | FERRO TONDO PER IL RINFORZO DI CALCESTRUZZO  | 100        |
| Art. 19.1                                       | Materiali  | 100        |
| Art. 19.2                                       | Lavorazione  | 101        |
| Art. 19.3                                       | Posa in Opera  | 101        |
| Art. 19.4                                       | Misurazione e Valutazione dei Lavori   | 102        |
| Art. 20   | CONGLOMERATI CEMENTIZI ARMATI PRECOMPRESSI   | 102        |
| Art. 20.1                                       | Generalità   | 102        |
| Art. 20.2                                       | Acciaio  | 102        |
| Art. 20.3                                       | Prefabbricazione   | 103        |
| Art. 20.4                                       | Documentazione, Prove, Controlli e Certificati   | 103        |
| Art. 20.5                                       | Trasporto e Posa in Opera  | 103        |
| Art. 20.6                                       | Misurazione e Valutazione dei Lavori   | 104        |
| <b>CAPO VIII – FONDAZIONI DEL PIANO VIABILE</b> |  | <b>105</b> |
| Art. 21   | FONDAZIONE DEL PIANO VIABILE IN MISTO GRANULARE  | 105        |
| Art. 21.1                                       | Costituzione   | 105        |
| Art. 21.2                                       | Materiali  | 105        |
| Art. 21.3                                       | Piano di Posa  | 105        |

|  |  |            |
|--|--|------------|
| Art. 21.4  | Posa in Opera  | 105        |
| Art. 21.5  | Compattazione  | 106        |
| Art. 21.6  | Misurazione e Valutazione dei Lavori   | 106        |
| Art. 22  | FONDAZIONE DEL PIANO VIABILE IN MISTO CEMENTATO  | 106        |
| Art. 22.1  | Costituzione   | 106        |
| Art. 22.2  | Materiali  | 107        |
| Art. 22.3  | Legante ed Acqua nella Miscela   | 107        |
| Art. 22.4  | Miscela di Studio e Prove di Laboratorio e in Sito   | 108        |
| Art. 22.5  | Miscela Proposta dall'Appaltatore  | 108        |
| Art. 22.6  | Confezionamento del Misto Cementato  | 108        |
| Art. 22.7  | Posa in Opera  | 108        |
| Art. 22.8  | Compattazione  | 109        |
| Art. 22.9  | Protezione Superficiale della Fondazione   | 109        |
| Art. 22.10   | Sagoma Finale della Fondazione   | 109        |
| Art. 22.11   | Controllo della Densità  | 110        |
| Art. 22.12   | Misurazione e Valutazione dei Lavori   | 111        |
| <b>CAPO IX – PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE</b>         |  | <b>112</b> |
| Art 23   | SCARIFICHE E FRESATURE   | 112        |
| Art. 23.1  | Scarificazione di pavimentazione esistente realizzata con sistemi tradizionali   | 112        |
| Art. 23.2  | Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature   | 112        |
| Art. 23.3  | Fondazione in misto cementato Costituzione - preparazione - posa in opera - norme di controllo   | 112        |
| Art. 23.4  | Conglomerati bituminosi - Qualità e provenienza dei materiali  | 115        |
| Art. 23.5  | Trattamenti coi conglomerati bituminosi  | 116        |
| Art. 23.6  | Conglomerato bituminoso tradizionale   | 117        |
| Art. 23.7  | Confezione, trasporto e posa dei conglomerati tradizionali   | 127        |
| Art. 23.8  | Conglomerato bituminoso migliorato con bitume modificato   | 129        |
| Art. 23.9  | Conglomerato bituminoso migliorato ad alto modulo  | 134        |
| Art. 23.10   | Conglomerato bituminoso irruvidito ed antiscivolo tipo Splittmastix (SMA)  | 142        |
| Art. 23.11   | Conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente  | 146        |
| Art. 23.12   | Riciclaggio a freddo in sito di conglomerati bituminosi e fondazione stradale con utilizzo di emulsione elastomerizzata o di bitume schiumato. | 151        |
| Art. 23.13   | Sigillatura delle lesioni della pavimentazione stradale  | 156        |
| Art. 23.14   | Controllo dei materiali e delle opere  | 157        |
| Art. 23.15   | Detrazioni   | 159        |
| Art. 24  | PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI CON ASFALTO COLATO   | 161        |
| Art. 24.1  | Materiali  | 161        |
| Art. 24.2  | Composizione della Miscela   | 161        |
| Art. 24.3  | Posa in Opera  | 161        |
| Art. 24.4  | Misurazione e Valutazione dei Lavori   | 161        |
| <b>CAPO X – SEGNALETICA STRADALE</b>               |  | <b>162</b> |
| Art. 25  | SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE   | 162        |
| Art. 25.1  | Disposizioni di carattere Generale   | 162        |
| Art. 25.2  | Vernici Spartitraffico   | 162        |
| Art. 25.3  | Applicazione delle Vernici   | 164        |
| Art. 25.4  | Cancellatura di Segnaletica Orizzontale Preesistente   | 164        |
| Art. 25.5  | Misurazione e Valutazione dei Lavori   | 164        |
| Art. 26  | SEGNALETICA STRADALE VERTICALE   | 165        |
| Art. 26.1  | Materiali  | 165        |
| Art. 26.2  | Posa in Opera  | 167        |
| Art. 26.3  | Misurazione e Valutazione dei Lavori   | 167        |
| <b>CAPO XI – IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI</b> |  | <b>168</b> |
| Art. 27  | IMPERMEABILIZZAZIONE DI GALLERIE NATURALI  | 168        |
| Art. 27.1  | Generalità   | 168        |
| Art. 27.2  | Preparazione della Superficie di Appoggio  | 168        |
| Art. 27.3  | Strato di Compensazione  | 168        |
| Art. 27.4  | Guaina in PVC  | 169        |
| Art. 27.5  | Misurazione e Valutazione dei Lavori   | 170        |
| Art. 28  | IMPERMEABILIZZAZIONI DI SUPERFICI IN CALCESTRUZZO  | 171        |
| Art. 28.1  | Generalità   | 171        |
| Art. 28.2  | Strato di Geotessile con Funzione Antipunzonante   | 171        |
| Art. 28.3  | Guaina in PVC  | 171        |

|                               |   |            |
|-------------------------------|---|------------|
| Art. 28.4                     | Misurazione e Valutazione dei Lavori                      | 171        |
| Art. 29                       | TRATTAMENTO IMPERMEABILIZZANTE PER IMPALCATI              | 172        |
| Art. 29.1                     | Materiale   | 172        |
| Art. 29.2                     | Preparazione dei Piani di Posa                            | 172        |
| Art. 29.3                     | Posa in Opera   | 172        |
| Art. 29.4                     | Misurazione e Valutazione dei Lavori                      | 173        |
| Art. 30                       | IMPERMEABILIZZAZIONI CON GUAINES BITUMINOSE PREFORMATE    | 173        |
| Art. 30.1                     | Materiale   | 173        |
| Art. 30.2                     | Preparazione dei Piani di Posa                            | 173        |
| Art. 30.3                     | Posa in Opera   | 174        |
| Art. 30.4                     | Misurazione e Valutazione dei Lavori                      | 174        |
| Art. 31                       | IMPERMEABILIZZAZIONE DEI GIUNTI DI ESPANSIONE             | 174        |
| Art. 31.1                     | Materiale   | 174        |
| Art. 31.2                     | Posa in Opera   | 174        |
| Art. 31.3                     | Misurazione e Valutazione dei Lavori                      | 174        |
| <b>CAPO XII – LAVORI VARI</b> |   | <b>176</b> |
| Art. 32                       | DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONI E FONDI STRADALI            | 176        |
| Art. 32.1                     | Demolizione di Pavimentazioni in Conglomerato Bituminoso  | 176        |
| Art. 32.2                     | Demolizione di Fondazione Stradale                        | 177        |
| Art. 32.3                     | Demolizione di Murature                                   | 177        |
| Art. 32.4                     | Utilizzo dei Materiali di Risulta                         | 178        |
| Art. 32.5                     | Misurazione e Valutazione dei Lavori                      | 178        |
| Art. 33                       | PERFORAZIONI PER MICROPALI, PRECONSOLIDAMENTI E TIRANTI   | 179        |
| Art. 33.1                     | Generalità  | 179        |
| Art. 33.2                     | Perforazioni per Micropali ed Infilaggi                   | 179        |
| Art. 33.3                     | Perforazioni per Consolidamenti con Tubi in Vetoresina    | 179        |
| Art. 33.4                     | Perforazioni per Tiranti                                  | 180        |
| Art. 33.5                     | Perforazioni per Drenaggi                                 | 180        |
| Art. 33.6                     | Misurazione e Valutazione dei Lavori                      | 180        |
| Art. 34                       | PALIFICAZIONI MICROPALI VERTICALI O SUBVERTICALI          | 180        |
| Art. 34.1.1.                  | Classificazione   | 180        |
| Art. 34.1.2.                  | Definizioni   | 181        |
| Art. 34.1.3.                  | Normative di riferimento                                  | 181        |
| Art. 34.2.0                   | PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO                           | 181        |
| Art. 34.2.1                   | Soggezioni geotecniche e ambientali                       | 181        |
| Art. 34.2.2                   | Prove tecnologiche preliminari                            | 182        |
| Art. 34.2.3                   | Materiali   | 183        |
| Art. 34.3.0                   | TIPOLOGIE ESECUTIVE                                       | 186        |
| Art. 34.3.1                   | Pali trivellati   | 186        |
| Art. 34.3.2                   | Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto    | 188        |
| Art. 34.3.3                   | Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto  | 189        |
| Art. 34.3.4                   | Micropali   | 189        |
| Art. 34.4.0                   | PROVE DI CARICO   | 192        |
| Art. 34.4.1                   | Prove su pali di grande diametro                          | 193        |
| Art. 34.4.2                   | Prove di carico su micropali                              | 197        |
| Art. 34.4.3                   | Prove non distruttive                                     | 199        |
| Art. 34.4.4                   | Specifiche di controllo                                   | 200        |
| Art. 35                       | OPERE METALLICHE  | 205        |
| Art. 35.1                     | Materiali   | 205        |
| Art. 35.2                     | Fabbricazione   | 205        |
| Art. 35.3                     | Prescrizioni Particolari                                  | 206        |
| Art. 35.4                     | Installazione   | 207        |
| Art. 35.5                     | Trattamenti Protettivi dell' Acciaio                      | 208        |
| Art. 35.6                     | Misurazione e Valutazione dei Lavori                      | 210        |
| Art. 36                       | BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA                            | 210        |
| Art. 36.1                     | Normativa di Riferimento e Classificazione delle Barriere | 210        |
| Art. 36.2                     | Conformità delle Barriere                                 | 211        |
| Art. 36.3                     | Qualità dei Materiali                                     | 211        |
| Art. 36.4                     | Prove sui Materiali.                                      | 213        |
| Art. 36.5                     | Accettazione dei Materiali                                | 213        |
| Art. 36.6                     | Frequenze delle Prove                                     | 214        |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| Art. 36.7  | Posa in Opera   | 214        |
| Art. 36.8  | Misurazione e Valutazione dei Lavori  | 215        |
| Art. 37  | BARRIERE ANTIRUMORE   | 215        |
| Art. 37.1  | Generalità  | 215        |
| Art. 37.2  | Materiali   | 215        |
| Art. 37.3  | Posa in Opera   | 216        |
| Art. 37.4  | Misurazione e Valutazione dei Lavori  | 216        |
| Art. 38  | RIVESTIMENTO DI PARETI ROCCIOSE CON RETE METALLICA E FUNI                         | 216        |
| Art. 38.1  | Generalità  | 216        |
| Art. 38.2  | Materiali   | 216        |
| Art. 38.3  | Approvazione  | 217        |
| Art. 38.4  | Preparazione della Superficie   | 217        |
| Art. 38.5  | Posa in Opera   | 217        |
| Art. 38.6  | Misurazione e Valutazione dei Lavori  | 218        |
| Art. 39  | MURATURE E RIVESTIMENTI IN PIETrame   | 218        |
| Art. 39.1  | Materiali   | 218        |
| Art. 39.2  | Muratura di Pietrame a Secco  | 218        |
| Art. 39.3  | Muratura in Pietrame con Malta  | 219        |
| Art. 39.4  | Rivestimento di Opere Murarie con Pietrame  | 220        |
| Art. 39.5  | Rivestimento di Platee, Cunette e Fossi con Pietrame                              | 220        |
| Art. 39.6  | Misurazione e Valutazione dei Lavori  | 221        |
| Art. 40  | PARAMASSI IN RETE DI FUNI D'ACCIAIO   | 222        |
| Art. 40.1  | Normativa di Riferimento  | 222        |
| Art. 40.2  | Caratteristiche dei materiali   | 222        |
| Art. 41  | TUBI, POZZETTI E CHIUSINI   | 223        |
| Art. 41.1  | Tubi di Cemento   | 223        |
| Art. 41.2  | Tubi in Lamiera Ondulata e Zincata  | 224        |
| Art. 41.3  | Tubi di P.V.C. Rigido per Condotte Esterne ed Interrate                           | 225        |
| Art. 41.4  | Tubi di P.V.C. Rigido Microfessurati  | 225        |
| Art. 41.5  | Tubi in PEAD  | 226        |
| Art. 41.6  | Tubazioni d'attesa per infrastruttura telematica                                  | 228        |
| Art. 41.7  | Tubiguida   | 228        |
| Art. 41.8  | Pozzetti in cls e chiusini in ghisa   | 228        |
| Art. 42  | MODALITA' DI ESECUZIONE DEGLI SCAVI, DEI RIPRISTINI E DELLE OPERE EDILI IN GENERE | 229        |
| Art. 42.1  | Scavi in Genere e Movimento di Materie  | 229        |
| Art. 43  | MODALITA' DI REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE DI POSA DEI CAVI                  | 230        |
| Art. 43.1  | Posa Interrata con Scavo in Trincea su Terreno Vegetale                           | 230        |
| Art. 43.2  | Posa Interrata con Scavo in Trincea sotto Pavimentazione Bituminosa               | 231        |
| Art. 43.3  | Pozzetti Stradali, Chiusini e Griglie   | 232        |
| Art. 43.4  | Misurazione e Valutazione dei Lavori  | 232        |
| Art. 44  | MANUFATTI VARI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO   | 233        |
| Art. 44.1  | Generalità  | 233        |
| Art. 44.2  | Coppelle Prefabbricate per Solette su Travi Varate                                | 233        |
| Art. 44.3  | Lastre per il Rivestimento di Cunette e Fossi                                     | 234        |
| Art. 44.4  | Strutture di Contenimento per Scarpate in Elementi Scatolari Prefabbricati        | 235        |
| Art. 44.5  | Barriere in Calcestruzzo Tipo "New-Jersey"  | 236        |
| Art. 44.6  | Pannelli Prefabbricati per Terrapieni Eseguiti con la Tecnologia Armata           | 236        |
| Art. 44.7  | Cunicolo in Elementi Prefabbricati per le Gallerie                                | 238        |
| Art. 44.8  | Embrici (Tegoli)  | 238        |
| Art. 45  | GEOTESSILI E GEOGRIGLIE   | 239        |
| Art. 45.1  | Geotessili (Tessuti non Tessuti)  | 239        |
| Art. 45.2  | Geogriglie  | 240        |
| <b>CAPO XIII – OPERE DI COMPLETAMENTO E FINITURA</b> |   | <b>242</b> |
| Art. 46  | omissis   | 242        |
| Art. 47  | TRATTAMENTO PROTETTIVO PER SUPERFICI IN CALCESTRUZZO                              | 242        |
| Art. 47.1  | Generalità  | 242        |
| Art. 47.2  | Preparazione della Base   | 242        |
| Art. 47.3  | Resine  | 242        |
| Art. 47.4  | Applicazione  | 242        |
| Art. 47.5  | Misurazione e Valutazione dei Lavori  | 243        |



|   |   |            |
|---|---|------------|
| Art. 48   | MURATURE IN BLOCCHI DI CEMENTO ED ARGILLA ESPANSA                 | 243        |
| Art. 48.1   | Materiali   | 243        |
| Art. 48.2   | Malte   | 244        |
| Art. 49   | INTONACI CEMENTIZI  | 244        |
| 49.1.   | Materiali   | 244        |
| Art. 49.2   | Malte   | 245        |
| Art. 49.3   | Preparazione del Fondo  | 245        |
| Art. 49.4   | Esecuzione degli Intonaci   | 245        |
| Art. 49.5   | Misurazione e Valutazione dei Lavori                              | 245        |
| Art. 50   | OPERE DA LATTONIERE   | 246        |
| Art. 50.1   | Materiali   | 246        |
| Art. 50.2   | Lavorazione e Posa in Opera                                       | 246        |
| Art. 50.3   | Misurazione e Valutazione dei Lavori                              | 246        |
| Art. 51   | COPERTURE IN LAMINATO DI VETRORESINA                              | 247        |
| Art. 51.1   | Materiale   | 247        |
| Art. 51.2   | Posa in Opera   | 247        |
| Art. 51.3   | Misurazione e Valutazione dei Lavori                              | 247        |
| Art. 52   | TERRENO VEGETALE, INERBIMENTI E PIANTUMAZIONI                     | 247        |
| Art. 52.1   | Terreno Vegetale  | 247        |
| Art. 52.2   | Inerbimenti   | 248        |
| Art. 52.3   | Piantumazioni   | 250        |
| <b>CAPO XIV – IMPIANTI ELETTRICI</b>                  |   | <b>252</b> |
| Art. 53   | CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE FORNITURE E LORO POSA IN OPERA     | 252        |
| Art. 54   | ...DOCUMENTAZIONI DA CONSEGNARE                                   | 252        |
| Art. 55   | ...VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA                             | 253        |
| Art. 56   | ...COLLAUDO TECNICO   | 253        |
| Art. 57   | GARANZIA OPERE REALIZZATE   | 254        |
| Art. 57.1   | .Garanzia   | 254        |
| Art. 57.2   | .Materiali e tecniche d'installazione                             | 255        |
| Art. 58   | PROVE E COLLAUDI  | 255        |
| Art. 58.1   | Prove sui materiali prima dell'installazione                      | 255        |
| Art. 58.2   | Verifiche e prove per la messa in servizio e collaudo provvisorio | 256        |
| Art. 58.3   | Verifica funzionale   | 260        |
| Art. 58.4   | Collaudo definitivo degli impianti                                | 260        |
| Art. 58.6   | Prove sistematiche di controllo in fase esecutiva                 | 261        |
| Art. 58.7   | Marcatura   | 261        |
| Art. 58.8   | Verniciatura  | 261        |
| Art. 58.9   | Servizi   | 261        |
| Art. 58.10  | Imballaggi  | 262        |
| Art. 58.11  | Trasporti   | 262        |
| Art. 58.12  | Montaggi  | 262        |
| Art. 58.13  | Garanzie  | 262        |
| Art. 58.14  | Parti di ricambio   | 262        |
| Art. 58.15  | Assistenza tecnica ed istruzione al personale della Committente   | 262        |
| <b>CAPO XV – SISTEMA TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE</b> |   | <b>264</b> |
| Art. 59   | –Generalità   | 264        |
| Art. 60   | – Impianti di trattamento di grandezza nominale: NS20 – 30 - 50   | 264        |

## **CAPO I – PRESCRIZIONI E LAVORI GENERALI**

### **Art. 1 QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

#### Art. 1.1 Norme Generali

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da località e produttori che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti riportati negli Articoli che seguono.

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

Si prescrive che malgrado l'approvazione ed accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resterà totalmente responsabile sia della qualità degli stessi quanto della qualità delle opere in cui i materiali saranno stati incorporati.

#### Art. 1.2 Valutazione dei Lavori

Gli oneri derivanti dalle prescrizioni riportate in questo Articolo relativo a qualità e provenienza dei materiali non saranno contabilizzati in forma separata e pertanto essi si intenderanno interamente inclusi nei vari prezzi contrattuali dell'Elenco Prezzi.

### **Art. 2 SAGGI, SONDAGGI E PROVE SUI MATERIALI**

#### Art. 2.1 Norme Generali

Dopo la consegna dei lavori e prima di dare inizio alle opere, l'Appaltatore dovrà provvedere, d'intesa con la Direzione Lavori, alla esecuzione di saggi, sondaggi e prove di laboratorio per una completa verifica della natura e delle caratteristiche del sottosuolo.

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire tutte le prove sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti da prelevare in opera.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio e dovranno essere conservati in locali dell'Appaltatore approvati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme di riconoscimento da parte della Direzione Lavori e dell'Appaltatore apposti nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

Le prove da eseguire in forma sistematica e non complesse potranno essere eseguite nel laboratorio di cantiere, mentre le prove più complesse potranno essere eseguite sia nel laboratorio di cantiere che in laboratori ufficiali approvati dalla Direzione Lavori.

I saggi, i sondaggi, il prelevamento di campioni, l'invio di campioni ai laboratori e le prove di laboratorio saranno eseguiti a cura e spese dell'Appaltatore. Inoltre l'Appaltatore sarà tenuto a sostenere anche le spese per tutte le prove eseguite presso laboratori ufficiali in base alle tariffe stabilite dai laboratori stessi.

#### Art. 2.2 Valutazione dei Lavori

Gli oneri derivanti dalle prescrizioni riportate in questo Articolo non saranno contabilizzati in forma separata e pertanto essi si intenderanno interamente inclusi nei vari prezzi contrattuali dell'Elenco Prezzi.

## **Art. 3 TRACCIATI E RILEVAMENTI**

### Art. 3.1 Norme Generali

L'Appaltatore sarà responsabile di tutti i tracciati e rilevamenti necessari per eseguire le opere permanenti come indicato negli elaborati di progetto.

In particolare, prima di iniziare i lavori, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi, dei rilevati, delle strutture e di tutte le altre opere da eseguire.

A suo tempo l'Appaltatore dovrà pure installare le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli scavi che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione dei lavori e procedere al tracciamento dettagliato di tutte le opere murarie, pure con obbligo della conservazione dei picchetti, ed, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

### Art. 3.2 Operazioni Topografiche

Prima dell'inizio lavori, la Direzione Lavori consegnerà all'Appaltatore i punti base necessari per il tracciamento delle opere. Qualora gli elementi di progetto risultassero insufficienti o mancanti, sarà cura della Direzione Lavori provvedere alla loro integrazione.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla verifica del tracciato ed alla redazione della documentazione relativa, impiegando strumentazione adeguata alle caratteristiche di precisione e di affidabilità sotto elencate.

Le operazioni tipografiche principali previste a cura e spese dell'Appaltatore sono le seguenti:

#### a. Ricognizione dei Punti Assegnati

L'Appaltatore dovrà effettuare la ricognizione e l'individuazione dei punti indicati nel progetto e provvedere sia all'eventuale loro protezione che alla materializzazione di nuovi punti ritenuti necessari.

Per ogni punto, sia assegnato, sia di nuova istituzione dovrà essere redatta la monografia corredata di coordinate planialtimetriche, descrizione e fotografia.

#### b. Posa in Opera di Nuovi Capisaldi

L'intero lotto dovrà disporre di capisaldi altimetrici materializzati con centrini metallici cementati su manufatti esistenti stabili (roccia o su altri elementi inamovibili) o su pilastrino in calcestruzzo (anche interrato), distanti tra loro non più di m 300 e comunque in ragione di almeno tre per ogni asse principale.

In corrispondenza dei portali delle gallerie in progetto dovranno essere materializzati due capisaldi inamovibili posti a distanza tra loro compresa tra 50 e 100 m, in posizione protetta ed accessibile.

Dovranno essere inoltre integrati dei punti in numero sufficiente a collegare con misure di controllo sovrabbondanti i portali delle gallerie in progetto.

Da ogni vertice dovranno essere visibili almeno altri due vertici.

Nel caso l'Appaltatore intenda effettuare misure con ricevitori GPS, dovrà in ogni caso essere assicurata la sovrabbondanza dei vertici della rete di appoggio ed il collegamento ottico diretto tra i portali ed i due punti di riferimento ad esso relativi.

#### c. Verifica Planimetrica del Tracciato e dei Punti di Riferimento

Dovrà essere adottato un sistema cartografico piano e locale di riferimento avente origine a piacere, privo di deformazioni e finalizzato alla realizzazione delle opere.

Per ogni punto identificato e ritenuto utilizzabile tra quelli assegnati e per quelli di nuova istituzione, saranno determinati: le coordinate nel sistema di riferimento, i parametri di precisione e gli eventuali scarti riscontrati rispetto ai dati di progetto.

Le misure di verifica dovranno essere sovrabbondanti in modo da consentire la compensazione rigorosa dei vertici. Le operazioni di misura e di calcolo dovranno essere documentate con i libretti di campagna ed i risultati delle operazioni di calcolo su supporto cartaceo e informatico.

#### c. Verifica Altimetrica del Tracciato e dei Punti di Riferimento

La verifica altimetrica del tracciato consisterà nella verifica dei dislivelli tra i punti assegnati mediante livellazione geometrica con livello di classe adeguata alla precisione richiesta.

Le quote dovranno essere riferite ad un caposaldo assunto come riferimento, ubicato in zona esterna al cantiere e concordato con la Direzione Lavori.

Dovranno essere inoltre messe le quote a tutti i capisaldi installati dall'Appaltatore in modo tale che l'intera rete abbia riferimenti precisi e consistenti.

### Art. 3.3 Criteri di Misura

Tutte le misurazioni che si rendessero necessarie durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere realizzate dall'Appaltatore autonomamente ed in tempo utile per la verifica senza ostacolare le opere.

In particolare si prescrive quanto segue:

- 1) Qualora i lavori di misurazione non venissero realizzati in tempo dall'Appaltatore, o eseguiti con la precisione richiesta, l'Amministrazione Appaltante avrà diritto di far realizzare tali lavori a carico dell'Appaltatore.
- 2) L'Appaltatore deve farsi carico, sotto la propria responsabilità, della realizzazione delle singole opere accessorie e dei ponteggi ed impalcati necessari per l'esecuzione delle misure in condizioni di sicurezza e di garanzia di precisione.
- 3) L'Appaltatore deve provvedere al mantenimento continuo di tutti i punti fissi assegnati o autonomamente determinati per tutto il tempo di durata dei lavori.
- 4) I punti interni alle gallerie dovranno essere collegati ad almeno due punti della rete di appoggio esterna per ogni portale. I punti fissi in galleria dovranno avere una distanza non superiore a m 200. In curva la distanza dovrà essere ridotta a 100 ml.
- 5) In galleria i punti fissi potranno essere materializzati in asse, eccentrici su mensola o su altri appoggi purché di provata stabilità e materializzati in modo stabile, anche su manufatti appositi collegati alla volta o ai fianchi della galleria. Sono esclusi i punti materializzati con picchetti in legno cementati sul piano di calpestio costituito da materiale sciolto, anche se compattato. In caso di assoluta necessità di operare in quest'ultima situazione, il punto sarà materializzato su un pilastrino in calcestruzzo avente fondazione di almeno un metro di profondità e almeno 40 x 40 cm di lato.
- 6) I punti fissi interni alla galleria e di poligonale esterna, che dovessero essere perduti durante i lavori, dovranno essere sostituiti dall'Appaltatore a proprie spese, con la precisione di assegnazione o di misurazione originaria.
- 7) Tutte le misure per la costituzione dei punti di riferimento dovranno essere effettuate con strumentazione di classe adeguata ed in numero sovrabbondante in modo da consentire il calcolo di compensazione secondo criteri rigorosi. Le procedure di misura dovranno essere conformi alla buona tecnica.
- 8) Tutte le operazioni di misura e di calcolo dovranno essere documentate e rese disponibili alla Direzione Lavori.

9) I punti di controllo geotecnico delle gallerie (misura di convergenza, ecc.) dovranno essere rilevati e indicati in apposita planimetria.

#### Art. 3.4 Precisioni e Strumentazione Richiesti

Gli strumenti di misura dovranno essere adeguati alle precisioni richieste.

Tutti gli strumenti impiegati per le misure di impianto e le successive operazioni di controllo e verifica dovranno essere stati precedentemente controllati e periodicamente verificati con frequenza non superiore a mesi sei. La verifica dovrà essere effettuata anche e immediatamente dopo l'evento, in caso di urti ed altre situazioni di particolare deterioramento delle apparecchiature.

La certificazione dell'avvenuto controllo sarà effettuata conformemente alle norme ISO sulla certificazione di qualità. In alternativa potrà essere effettuata la verifica per comparazione con strumentazione certificata secondo le norme ISO.

Le precisioni previste sono le seguenti:

| <b>LETTURA DIRETTA DEGLI ANGOLI</b>                              | <b>0.0001 GON</b>                 |
|--|-----------------------------------|
| Precisione strumentale minima di misure angolari                 | $\pm 0.0002$ gon                  |
| Precisione di misura di distanze con stazioni totali             | $\pm 0.003 + 0.002$ m             |
| Livellazione geometrica in andata e ritorno                      | $\pm 0.003$ m/ $\sqrt{\text{km}}$ |
| Semiasse maggiore delle ellissi d'errore dei vertici di appoggio | $< 10$ mm                         |
| Marca per i centrini e punti di riferimento                      | $\varnothing < 2.2$ mm            |

Se vengono usate metodologie GPS, dovranno essere impiegati ricevitori a doppia frequenza ed i vertici principali della rete di appoggio saranno determinati con metodo statico.

#### Art. 3.5 Rilevamenti

##### 3.5.1 Rilevamenti Esterni

Prima dell'inizio dei lavori per la costruzione delle gallerie dovranno essere rilevate e consegnate alla Direzione Lavori le aree degli imbocchi delle gallerie e quelle del tracciato di raccordo tra la gallerie e la sede stradale.

Prima dell'inizio dei movimenti di terra per la costruzione della sede stradale dovranno essere rilevate e consegnate alla Direzione Lavori le aree interessate dai lavori.

I rilievi dovranno rappresentare in modo dettagliato la situazione esistente ed essere inquadrati nel sistema cartografico adottato.

##### 3.5.2 Rilevamenti delle Gallerie

La rilevazione della sezione di scavo delle gallerie sarà effettuata secondo metodi e criteri concordati tra Direzione Lavori e l'Appaltatore.

Nel caso di metodi di misura per sezioni, queste dovranno essere riferite anche alla progressiva del tracciato e non superare la distanza di m 5.00 dalla precedente.

Qualora la differenza tra la sezione prevista e quella effettiva supera la percentuale indicata dalla Direzione Lavori saranno misurate sezioni integrative.

#### Art. 3.6 Valutazione dei Lavori

Gli oneri derivanti dalle prescrizioni riportate in questo Articolo non saranno contabilizzati in forma separata e pertanto essi si intenderanno interamente inclusi nei vari prezzi contrattuali dell'Elenco Prezzi.

## **Art. 4 INDENNITA' DI DISCARICA**

### Art. 4.1 Norme Generali

I materiali di risulta delle lavorazioni che non saranno reimpiegati nell'ambito del cantiere, dovranno essere caricati su adeguati automezzi e trasportati a discariche autorizzate.

Prima di iniziare i lavori, l'Appaltatore dovrà preparare e presentare all'approvazione della Direzione Lavori il piano di smaltimento dei materiali da trasportare a discarica.

Il piano di smaltimento includerà l'elenco, il volume ed il peso dei materiali da portare a discarica, la localizzazione delle discariche operative poste nella vicinanze dei lavori, le informazioni principali relative alle discariche operative come: capacità ricettiva, categorie di materiali ricevibili e sistemi di pesatura.

In base al piano approvato dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà trasportare i materiali alle discariche, assistere alla pesatura dei materiali e provvedere al pagamento degli oneri di discarica in base alle tariffe vigenti. Sarà compensato solo il trasporto a discarica giustificato da bollette di smaltimento rilasciate dai centri autorizzati preposti.

### Art. 4.2 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 4.2.1 Misurazione

L'indennità di discarica per materiali non inquinanti sarà contabilizzata in base al volume del materiale effettivamente conferito a discarica.

L'indennità di discarica per materiali inquinanti sarà contabilizzata in base al peso del materiale effettivamente conferito a discarica.

#### 4.2.2 Valutazione dei Lavori

L'indennità di discarica per materiali non inquinanti sarà valutata in base al prezzo d'Elenco.

L'indennità di discarica per materiali inquinanti sarà valutata in base al prezzo d'Elenco.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte e comprendono in particolare: la preparazione del piano di smaltimento, il pagamento dei costi per gli smaltimenti effettuati.

## **Art. 5 DISBOSCAMENTO**

### Art. 5.1 Esecuzione dei Lavori

Le aree interessate dai lavori dovranno essere disboscate a cura dell'Appaltatore seguendo i limiti previsti nei Disegni di Progetto.

Pertanto l'Appaltatore dovrà provvedere all'abbattimento degli alberi e alla loro sfondatura, all'estirpazione di radici, ceppaie, sterpaglie e cespugli, al taglio a misura del legname di recupero e al trasporto a deposito temporaneo o definitivo dei materiali di risulta.

I lavori di disboscamento dovranno essere eseguiti in due fasi successive come segue:

a) In prima fase sarà tagliata, accatastata e trasportata fuori area la vegetazione di tipo erbaceo ed arbustivo, escluso il taglio delle piante di alto fusto, al fine di potere eseguire la bonifica da ordigni bellici di superficie mediante l'uso di cercamine.

b) In seconda fase saranno tagliate, accatastate e trasportate fuori dall'area le piante di alto fusto, al fine di potere eseguire gli scavi previsti negli elaborati di progetto.

Il disboscamento di prima fase dovrà essere condotto da operai specializzati BCM sotto il controllo di uno sminatore (rastrellatore) e senza esercitare pressioni sul terreno da bonificare come specificato nell'Articolo 7.6 del presente volume.

Il legname di recupero sarà di proprietà dell'Appaltatore. Il materiale non reimpiegabile sarà eliminato in ottemperanza alle disposizioni che saranno impartite dai Carabinieri Forestali e dalla Direzione Lavori.

#### 5.1.1 Valutazione dei Lavori

Gli oneri derivanti dalle prescrizioni riportate in questo Articolo non saranno contabilizzati in forma separata, ma dovranno essere interamente inclusi nei prezzi contrattuali dell'Elenco Prezzi relativi agli scavi all'aperto ed alla preparazione del piano di posa dei rilevati.

## **CAPO II – VALUTAZIONE ARCHEOLOGICA E BONIFICA ORDIGNI. BELLICI**

### **Art. 6 VALUTAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA**

#### Art. 6.1 Premessa

Il presente Articolo riguarda il disciplinare descrittivo degli elementi prestazionali, tecnici ed economici relativi alle attività d'indagine archeologica preventiva.

#### Art. 6.2 Sommario delle Indagini ed Attività

Le opere che formano oggetto degli interventi compresi nel presente progetto sono relative a ricognizioni e indagini archeologiche nell'ambito delle aree oggetto dell'intervento e, per quanto riguarda lo Scavo archeologico, le indagini di superficie preliminari e attività strettamente connesse, possono riassumersi come segue:

- scavi archeologici e lavorazioni connesse; assistenza archeologica a movimenti terra;
- rilevamenti topografici;
- operazioni di post-scavo;
- restauro d'emergenza; analisi;
- datazioni;
- ricognizioni d'archivio e mussali;
- classificazione, documentazione e studio dei materiali.

L'elencazione di cui sopra ha carattere esemplificativo e non esclude altre categorie di opere e lavori di cui fosse individuata in corso d'opera la necessità da parte del Direttore dei Lavori.

Tali interventi saranno inoltre integrati da ogni necessaria verifica sul contesto paleoambientale, con eventuale ricorso a specialisti del settore, e da opere di conservazione dei materiali archeologici rinvenuti.

Pertanto, tenuto conto delle lavorazioni necessarie all'intervento, come specificate, e salvo verifiche in sede successiva, la categoria prevalente è da ritenersi la OS25–Scavi archeologici e attività strettamente connesse.

Dette lavorazioni dovranno essere eseguite a perfetta regola d'arte, impegnando personale idoneo e qualificato e seguendo le norme del presente disciplinare nonché tutte le prescrizioni che saranno impartite nel corso del lavoro dalla Direzione dei lavori per adeguare le metodiche consolidate della ricerca archeologica alle specifiche esigenze di scavi e indagini di varia natura, per tipologia dei contesti e per epoca di appartenenza.

#### Art. 6.3 Scavi Archeologici

##### 6.3.1 Scavo Archeologico Stratigrafico Manuale

Eseguito con l'uso di attrezzo leggero (cazzuola ecc.) o finissimo (bisturi, spatola e simili) o di attrezzo pesante, lo scavo stratigrafico è corredato in corso d'opera dalle necessarie operazioni di documentazione grafica, fotografica e video, relative alle unità stratigrafiche, agli elementi stratigrafici e alle strutture messe in luce, nonché di redazione di schede, secondo il modello ministeriale, di relazioni e dalle operazioni post- scavo di seguito descritte. Allo scavo stratigrafico deve seguire, se ritenuto necessario dalla DdL, la setacciatura del terreno di risulta delle singole US.



I modi e la sequenza di esecuzione delle varie fasi dello scavo archeologico saranno dettati dalla successione stratigrafica che emergerà nel corso dello scavo, secondo le indicazioni fornite dalla Direzione dei Lavori.

Si prevede che possano ricorrere le seguenti categorie di scavo:

a. Scavo archeologico stratigrafico da seguirsi con attrezzo pesante.

Si tratta di scavo stratigrafico su depositi rimaneggiati o in giacitura secondaria o di formazione naturale e con bassa densità di reperti.

b. Scavo archeologico stratigrafico da eseguirsi con attrezzi leggeri.

Si tratta di scavo stratigrafico in deposito stratificato in situ, teso all'individuazione e allo scavo in estensione delle singole unità stratigrafiche o strutture ed elementi strutturali.

c. Scavo archeologico stratigrafico da eseguirsi con attrezzo finissimo.

Si tratta di scavo stratigrafico per la messa in luce di elementi assai delicati (focolari, piani pavimentali ed elementi strutturali di particolare fragilità; eventuali resti sepolcrali) o per il recupero di reperti particolarmente fragili, da eseguirsi con bisturi, spatola, pennello o simili. In tali contesti è da prevedere anche l'utilizzo di specifiche professionalità, quali restauratori, per il recupero di reperti o elementi strutturali di particolare fragilità.

### 6.3.2 Scavo Archeologico da Eseguirsi con Mezzi Meccanici

Si tratta di scavo di spessi strati rimossi o in giacitura secondaria di formazione naturale contenenti reperti, inframmezzati ai livelli archeologici in situ.

L'asportazione cauta con mezzo meccanico manovrato da operatore di provata esperienza, data la delicatezza del lavoro da eseguire, dovrà essere costantemente effettuata sotto il controllo di un operatore archeologico. Il mezzo lavorerà per tagli progressivi secondo lo spessore e la velocità indicati dalla Direzione dei Lavori, in base alla situazione stratigrafica e topografica.

L'operatore archeologico potrà intervenire ordinando brevi interruzioni per verificare con strumenti manuali (cazzuola, pala, piccone) la situazione stratigrafica, al fine di evitare danni alle stratificazioni e alle strutture archeologiche.

### 6.3.3 Maestranze da Impiegare

Per l'esecuzione dello scavo archeologico si dovranno impiegare i seguenti tipi di maestranze con specifica, documentata, specializzazione ed esperienza pluriennale su scavi di Soprintendenza nel settore di intervento (scavo su depositi preistorici e protostorici), esperienza documentatamente maturata sia a livello personale sia di squadra di lavoro:

a) Operatore archeologico specializzato, responsabile di cantiere/area/settore.

Dovrà avere esperienza almeno quinquennale continuativa (documentata da adeguato curriculum), in qualità di responsabile di area o di settore, di scavo stratigrafico nello specifico settore di intervento. Dovrà, inoltre essere la stessa persona per tutta la durata dello scavo archeologico nei singoli siti di intervento; in caso di assenza o rinuncia all'incarico, che dovrà essere giustificata da motivi gravi, verrà sostituito da persona con pari titolo.

b) Operatore archeologico specializzato.

Lavoratore con comprovata specifica esperienza almeno triennale continuativa nello scavo stratigrafico nel settore di intervento come più sopra specificato (documentata da adeguati curricula). Esegue interventi di alta specializzazione comportanti la conoscenza delle speciali tecniche di scavo, di misurazione e tracciamento del rilievo e del disegno archeologico, della documentazione fotografica e della documentazione su scheda.

c) Disegnatore archeologico.

Si intende un disegnatore specializzato nella riproduzione in scala 1:1 dei reperti, da affrontare nella fase di post-scavo.

Sono inoltre da prevedere, in qualità di consulenti temporanei o per specifici lavori che si rendessero necessari in corso d'opera, a giudizio della Direzione Lavori, i seguenti tipi di maestranze:

a) Restauratore

Si intende un operatore specializzato che possa affrontare sul campo consolidamenti e restauri d'emergenza e prelievi di elementi strutturali o reperti particolarmente delicati da avviare ad un successivo restauro in laboratorio.

b) Geologo

Si intende un geologo specializzato nell'analisi di siti e depositi archeologici, che sappia affrontare sia lo studio della sequenza stratigrafica del contesto di scavo, con particolare attenzione all'individuazione dell'interrelazione tra processi naturali e antropici e dei fenomeni postdeposizionali, sia la ricostruzione più generale del contesto ambientale del sito.

c) Paleobotanico, per analisi polliniche e studi su resti antracologici, semi e resti paleobotanici di vario genere.

d) Paleontologo, per studi su resti faunistici.

c) Antropologo/Paleopatologo, per studi su resti umani.

#### Art. 6.4 Documentazione dello Scavo in Corso d'Opera

La documentazione dello scavo in corso d'opera dovrà prevedere, secondo le indicazioni della Direzione Lavori:

- redazione del Giornale di cantiere con indicazione giornaliera delle maestranze impiegate e delle operazioni svolte, le motivazioni che ne sono alla base, le decisioni prese non altrimenti apprezzabili tramite le schede di U.S.
- redazione di schede U.S. contestualmente all'individuazione e alla rimozione delle unità stratigrafiche (a discrezione della D.L. e su modello I.C.C.D.);
- l'esecuzione della documentazione fotografica, da eseguirsi secondo le indicazioni della Direzione Lavori (b/n o colore, diapositive a colori (due riprese) ed eventualmente con camera digitale o videocamera). Tale documentazione dovrà essere eseguita con adeguate attrezzature, facenti parte dell'attrezzatura in dotazione fissa alle maestranze impegnate sul cantiere, e fornita in duplice copia;  
esecuzione della documentazione grafica, su fogli di poliestere inestensibile formato A3. Tale documentazione comprenderà: piante di US con adeguata caratterizzazione grafica delle componenti, definizioni dei limiti di strato ed individuazione di un congruo numero di quote, in scala 1:20; sezioni stratigrafiche in scala 1:20; planimetrie generali in scala adeguata (1:20, 1:50, 1:100). In casi particolari, indicati dalla Direzione Lavori, si potrà procedere anche con rilevamenti in scala maggiore (1:10).
- compilazione di indici relativi alla documentazione di scavo (schede US, foto, rilievi, disegni, quote ecc.) e ai materiali rinvenuti (RR, campioni ecc.), secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

#### Art. 6.5 Raccolta e Sistemazione dei Reperti

I reperti dovranno essere in fase di scavo raccolti, divisi per US e indicati nella scheda relativa. I materiali archeologici, ceramici, litici e faunistici, dovranno essere settimanalmente lavati, asciugati, siglati, divisi per classi, insacchettati, dotati di cartellino e riposti in scatole o cassette fornite dalla Soprintendenza. Eventuali reperti metallici e ossei, gli intonaci dipinti, dovranno essere insacchettati o inscatolati in maniera adeguata, in attesa di pulitura e restauro. Campionature di sedimenti o di resti paleobotanici o naturalistici dovranno pure essere trattati secondo le indicazioni di volta in volta impartite dalla Direzione Lavori.

I reperti ed i campioni saranno provvisoriamente conservati in un locale sicuro, da concordare con la Direzione Lavori e da qui periodicamente trasportati presso la Soprintendenza.

#### Art. 6.6 Operazioni di Post-Scavo

Le operazioni di post-scavo, da effettuarsi secondo le indicazioni impartite dalla Direzione Lavori, dovranno prevedere: riordino delle schede (US ecc.); esecuzione del matrix con l'ausilio delle schede di U.S., secondo il metodo Harris; redazione e lucidatura delle piante generali di fase in scala 1:20, 1:50, 1:100, da eseguirsi secondo lo schema stabilito dalla Direzione Lavori; inventario della documentazione fotografica e grafica; relazione tecnica preliminare dello scavo; disegno di una congrua scelta di reperti significativi, indicati dalla Direzione Lavori; approntamento di tutta la documentazione necessaria alla DdL per la redazione della relazione finale.

#### Art. 6.7 Oneri a carico dell'Appaltatore

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione del soprintendente alle attività di valutazione archeologica che sarà preposto dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali, le maestranze necessarie per il tempo indispensabile come previsto negli elaborati progettuali.

### **Art. 7 BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI**

#### Art. 7.1 Campo di applicazione

Con la dicitura "Bonifica da Ordigni Bellici" (B.O.B.) si intendono tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnesco e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori di costruzione oggetto del presente Capitolato.

Per ordigni bellici, indipendentemente dalla terminologia utilizzata nel seguito ed in ogni altro documento contrattuale o progettuale, si intendono: mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose e residuati bellici di qualsiasi natura.

I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, e di quanto prescritto dal Capitolato di Appalto. In caso di conflitto, le prescrizioni e le disposizioni che l'Amministrazione Militare, competente per territorio, riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica, potranno prevalere, con l'accordo della Direzione Lavori, su quelle delle presenti Specifiche Tecniche.

#### Art. 7.2 Prescrizioni Generali

La "Bonifica da Ordigni Bellici", ove prevista, è da intendersi tassativamente propedeutica a qualsiasi altra attività lavorativa e deve essere eseguita secondo le prescrizioni del progetto e le eventuali prescrizioni della Direzione Genio Militare territorialmente competente.

Prima dell'inizio dei lavori di bonifica, quindi, l'Appaltatore, per il tramite della Direzione Lavori, dovrà richiedere le necessarie autorizzazioni e prescrizioni alla Direzione Generale Militare competente.

La documentazione da sottoporre alla Direzione Generale Militare dovrà comprendere:

la planimetria delle zone da bonificare;

la data di inizio e la data di fine lavori prevista;

l'elenco del personale tecnico specializzato b.c.m. (dirigenti tecnici, assistenti tecnici, rastrellatori, operai qualificati);

una copia dei brevetti, non scaduti, rilasciati dall'Amministrazione Militare, attestanti l'idoneità di tutto il personale specializzato in riferimento alla qualifica per la quale dovrà essere impiegato;

l'elenco del personale ausiliario.

Almeno due giorni lavorativi prima dell'inizio delle attività, l'Appaltatore dovrà comunicare all'Amministrazione Militare:

- l'effettiva data di inizio lavori e la loro durata;
- l'elenco nominativo del personale che sarà effettivamente impiegato; tale elenco dovrà fare riferimento al documento di qualifica (brevetti);
- l'elenco del materiale e delle attrezzature di cui è previsto l'utilizzo.

Durante il corso dei lavori, ed alla fine degli stessi, l'Appaltatore dovrà ottemperare a quanto segue:

a. Il dirigente tecnico b.c.m. designato dall'Appaltatore, dovrà presenziare alla consegna dei lavori ed al rilascio delle prescrizioni da parte dell'Amministrazione Militare e dovrà controllare la regolarità dell'esecuzione.

b. Il coordinamento continuativo delle attività dovrà essere affidato ad un assistente tecnico b.c.m. che dovrà essere presente nell'area di lavoro durante l'intero orario lavorativo di ciascuna giornata e che avrà la responsabilità della custodia e della regolare compilazione dei documenti di cantiere.

c. L'Appaltatore, nella esecuzione dei lavori, dovrà attenersi alle disposizioni e precauzioni da osservare per assicurare la continuità e la sicurezza dell'esercizio ferroviario.

d. Giornalmente all'inizio dell'attività lavorativa, l'Appaltatore consegnerà alla Direzione Lavori l'elenco nominativo, con qualifica, del personale effettivamente presente ed operante in cantiere.

e. Per una certa e completa identificazione degli operai che saranno impiegati nei lavori, la Direzione Lavori potrà richiedere il certificato penale e quello di buona condotta e l'esibizione della carta di identità personale degli addetti ai lavori.

f. Le zone da bonificare dovranno essere opportunamente recintate e segnalate; sarà cura dell'Appaltatore richiedere l'intervento delle autorità preposte per i provvedimenti da adottare per la disciplina del transito nelle zone interessate dai lavori di bonifica.

g. Tutti i residui bellici, di qualsiasi natura, rinvenuti apparterranno e dovranno essere consegnati alla Amministrazione Militare.

h. Nel caso di lavori da eseguire su fondale lacustre, alveo di fiume o comunque in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà adeguare le attrezzature di ricerca e di servizio alla particolare tipologia dei luoghi.

i. Tutto il materiale proveniente dal taglio della vegetazione ed il materiale di risulta proveniente da scavi, trovanti, ecc., dovrà essere trasportato a rifiuto in una discarica autorizzata che se non già prevista in progetto, dovrà essere indicata dall'Appaltatore, che dovrà anche ottenerne la disponibilità, e approvata dalla Direzione Lavori.

l. A conclusione dei lavori, l'Appaltatore dovrà fornire all'Amministrazione Militare competente:

- l'elenco degli ordigni rinvenuti nel corso dei lavori;
- la planimetria indicante le zone bonificate;
- la "Dichiarazione a Garanzia" di avvenuta bonifica.

m. L'Appaltatore, alla fine dei lavori dovrà rilasciare alla Direzione Lavori i certificati di collaudo e le attestazioni indicanti la corretta esecuzione dei lavori di Bonifica dopo averli richiesti a propria cura e spese alle autorità militari competenti.

### Art. 7.3 Oneri per la Sicurezza

I lavori dovranno essere eseguiti con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone ed alle cose, osservando, a tale scopo, le particolari norme tecniche specificate dall'Amministrazione Militare competente, nonché le vigenti prescrizioni di Pubblica Sicurezza per il maneggio l'uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi, ed in particolare gli articoli 46 e 52 del Testo Unico delle leggi di Pubblica Sicurezza ed il relativo regolamento esecutivo del 18 Giugno 1931 n. 773 e leggi successive

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà dare evidenza di aver ottemperato a quanto prescritto dalle leggi vigenti. La constatazione di quanto attuato e l'autorizzazione all'inizio lavori non esonera l'Appaltatore dalla propria responsabilità sull'andamento dei lavori.

In considerazione del fatto che i suddetti lavori di bonifica tendono a tutelare la pubblica incolumità e la sicurezza della circolazione dei treni, i lavori stessi saranno eseguiti in conformità della Circolare numero 300/46 del 24 Novembre 1952 del Ministero degli Interni.

L'Appaltatore è tenuto ad assicurare il necessario servizio di pronto soccorso agli operai per il caso di incidenti per scoppio di ordigni esplosivi, predisponendo un posto di pronto soccorso con infermiere ed autoambulanza, sempre presenti durante le ore di lavoro, e materiali sanitari sufficienti per un primo soccorso d'urgenza e per il trasporto dei feriti in un ospedale vicino, prestabilito in seguito a precisi accordi intervenuti fra l'Appaltatore e le locali Autorità.

Copia dei sopra-citati accordi dovrà essere inviata, per informazione, alla Direzione Lavori prima dell'inizio delle attività unitamente alla dislocazione sulle aree da bonificare dei posti di Pronto Soccorso all'uopo predisposti.

### Art. 7.4 Normative di Riferimento

Si richiamano, a titolo non esaustivo, le principali normative relative all'argomento in oggetto:

- D. Lgs. 15 marzo 2010, n. 66 “Codice dell’Ordinamento Militare”;
- D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 “Testo Unico sulla Sicurezza” e s.m.i.;
- L. 1° ottobre 2012, n. 177;
- D. L. 11 maggio 2015, n. 82 “Regolamento per la definizione dei criteri per l'accertamento dell'idoneità delle imprese ai fini dell'iscrizione all'albo delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni esplosivi residuati bellici”.
- Disciplinare tecnico per l'esecuzione del servizio di Bonifica Bellica Sistemica Terrestre del Ministero della Difesa – Direzione dei Lavori e del Demanio – Ed. 2015;
- D. Lgs 12 aprile 1946 n° 320;
- D.L.C.P.S. 1 novembre 1947 n. 1768;
- Consiglio di Stato – III Sezione” n. 1218 in data 09.10.1962; Regolamento per i lavori del Genio Militare;
- D.P.R. 05.12.1983 n. 939. “Regolamento per i lavori, le provviste ed i servizi da eseguirsi dal Ministero Difesa”
- Circolare Geniodife 196008/L – datata 28 luglio 1982;
- Circolare Geniodife 191645/L – datata 28 luglio 1984 (Nota Esplicativa);
- Circolare Stato Maggiore Esercito n. 596/184.420 – datata 26 giugno 1998;
- Circolare Stato Maggiore Esercito n. 423/184.420 – datata 26 luglio 1999;
- Circolare Geniodife 125/001212/BCM/182190–datata 07 aprile 1999;
- Messaggio Geniodife 125/16311/BCM/ – datato 04 maggio 2000;
- Legge 07 agosto 1990 n. 241;
- Circolare Geniodife 125/001212/BCM/ – datata 16 dicembre 2002;
- Cons. Stato IV Sez. 20 novembre 1982 n. 775;
- Cons. Autorità LL.PP. – Det. Prot n. 50604/01/SEGR. – 27 settembre 2001;
- D.M. Difesa – n. 25417 del 2002 - art. 13 comma 3.

## Art. 7.5 Definizioni

Per i termini tecnici, utilizzati nella presente specifica, si riportano di seguito le relative definizioni:

**ORDIGNI BELLICI:** si intendono, salvo eccezioni esplicitamente indicate: mine, bombe, proiettili od altri ordigni esplosivi in genere, nonché masse ferrose e residuati bellici di qualsiasi natura.

**LAVORI DI BONIFICA:** si intende l'insieme di tutte le azioni da intraprendere per l'eliminazione, mediante asportazione ed allontanamento, oppure la neutralizzazione, mediante brillamento, di tutti gli ordigni bellici dalla zona di bonifica.

**ZONA DI BONIFICA:** si definisce la porzione di territorio topografico in cui sia accertata o presunta la presenza di ordigni bellici e la cui estensione sia planimetrica che nel sottosuolo è definita in accordo con le competenti Autorità Militari.

Le fasi di lavoro da svolgere per effettuare la bonifica sono le seguenti:

- Rimozione della vegetazione
- Esplorazione del terreno
- Scavo per il recupero degli ordigni bellici
- Rimozione degli ordigni bellici.

## Art. 7.6 Procedure preliminari

L'impresa dovrà presentare domanda di autorizzazione presso il 5° Reparto Infrastrutture, completa di:

- richiesta di autorizzazione in tre copie vistate in originale più numero 2 marche da bollo allegate;
- corografia in tre copie, vistate in originale, con evidenziata l'area da bonificare e la presenza di sottoservizi interferenti;
- planimetria in scala adeguata, in tre copie, vistate in originale, con evidenziata zona da bonifica ed aree scavo;
- relazione, vistata in originale, con descrizione opera da realizzare e profondità di scavo, in tre copie;
- relazione geologica.

L'Ufficio B.C.M. redigerà apposita relazione e la trasmetterà, unitamente alla documentazione presentata dall'impresa richiedente la bonifica, al Comando Infrastrutture Nord, per la relativa autorizzazione.

Il Comando Infrastrutture Nord autorizzerà il lavoro richiesto e trasmetterà tale autorizzazione provvisoria al Reparto Infrastrutture Nord competente, Ufficio B.C.M..

L'Ufficio B.C.M., autorizzato dal Comando Infrastrutture, elaborerà il Nulla Osta e produrrà il Capitolato Speciale B.C.M., comprendente le norme tecnico esecutive da adempiere per la corretta esecuzione del lavoro di bonifica bellica.

L'Ufficio B.C.M. convocherà con specifica comunicazione il Richiedente la bonifica e l'Impresa B.C.M. prescelta per la sottoscrizione di detti documenti (Nulla Osta e Capitolato B.C.M.).

Una volta sottoscritto tale Capitolato B.C.M. (dal richiedente e dall'impresa di bonifica prescelta) potranno avere inizio i lavori di bonifica bellica.

### 7.6.1 Imprese specializzate

1. Il Ministero della Difesa, in ottemperanza all'art. 22 del D. Lgs. N. 66/2010 (di seguito indicato "Codice") e successive modifiche e/o integrazioni, è responsabile della vigilanza/sorveglianza sulle attività di bonifica da ordigni esplosivi residuati bellici (di seguito Bonifica Bellica), svolte da

- imprese specializzate iscritte all'Albo istituito dal D.I. 82/2015, avvalendosi all'uopo delle competenti articolazioni esecutive periferiche.
2. Nell'attività di Bonifica Bellica dovrà essere impiegato esclusivamente personale qualificato ed in possesso di brevetto in corso di validità, rilasciato a seguito della frequenza dello specifico corso organizzato dalla Direzione dei Lavori e del Demanio del Segretariato Generale della Difesa. Il personale dell'A.D. preposto all'attività di sorveglianza ha l'obbligo di disporre l'immediato allontanamento dall'area sottoposta a Bonifica Bellica del personale sprovvisto della citata qualifica, diffidando formalmente per iscritto l'Impresa appaltatrice e provvedendo a segnalare l'evento all'Ufficio Albo della Direzione dei Lavori e del Demanio per i conseguenti provvedimenti.
  3. La ditta incaricata del Servizio di Bonifica Bellica (di seguito "Ditta Incaricata") dovrà presentare, prima dell'effettivo inizio del servizio e non oltre il giorno di inizio delle prestazioni, al competente Reparto Infrastrutture l'elenco nominativo del personale, la relativa specializzazione, la costituzione della squadra-tipo nonché l'elenco dei materiali e delle attrezzature che intende impiegare nella specifica area da bonificare.
  4. L'A.D. si riserva il diritto di rivendicare la proprietà di residui bellici, esplosivi e non, di interesse storico ovvero addestrativo, rinvenuti nelle aree interessate al Servizio di Bonifica Bellica, che in caso contrario saranno oggetto di smaltimento a cura della "Ditta Incaricata" (dopo eventuale inertizzazione).
  5. Nelle presenti prescrizioni con il termine ordigni esplosivi, si intendono le mine, le bombe, i proiettili ed i residui bellici di ogni genere e tipo.

#### 7.6.2 Oneri e responsabilità

La Ditta Incaricata del Servizio di Bonifica Bellica deve avere la piena disponibilità delle necessarie attrezzature, mezzi e materiali (in perfetto stato di efficienza), sulla base del requisito minimo previsto dalla categoria e classifica di iscrizione all'Albo, ai fini della tutela dell'incolumità pubblica e delle proprie maestranze. In merito a ciò, l'Impresa assume ogni onere, gravame, conseguenza e responsabilità per tutto ciò che possa accadere durante e dopo l'esecuzione delle operazioni di Bonifica Bellica, per cause o implicazioni dirette e indirette. Tali oneri rimarranno comunque a suo carico anche osservando ogni buona regola d'arte, ogni prescrizione per la prevenzione degli infortuni in ottemperanza alle disposizioni di cui al D. Lgs. 81/2008 e s.m.i., di tutte le norme generali e particolari di queste prescrizioni e della legislazione vigente. Oltre alla responsabilità verso l'Amministrazione Difesa e verso terzi, la Ditta Incaricata deve dichiarare di assumersi l'onere del risarcimento dei danni derivanti dallo scoppio accidentale di ordigni esplosivi che non fossero rinvenuti durante l'esecuzione della Bonifica Bellica, sottoscrivendo al riguardo apposita polizza assicurativa con massimale commisurato al rischio dell'intervento (Art. 9, comma 13 del D.I. 11 maggio 2015, n. 82).

#### 7.6.3 Norme relative al personale ed alla organizzazione del cantiere

Tutto personale (Dirigenti Tecnici, Assistenti Tecnici e Rastrellatori) della Ditta Incaricata dell'esecuzione del Servizio di Bonifica Bellica, presente nell'area di cantiere, dovrà essere in possesso dell'apposito Brevetto rilasciato dal Ministero della Difesa.

La direzione tecnica ed organizzativa del Servizio di Bonifica Bellica compete al Dirigente Tecnico della Ditta Incaricata, il quale dovrà presenziare alla consegna delle aree da bonificare e sarà, successivamente, responsabile dell'attività di controllo sulle modalità operative attuate durante la fase esecutiva, che dovranno essere svolte in aderenza alle Prescrizioni Tecniche fornite dall'organo esecutivo periferico.

La direzione operativa del Servizio di Bonifica Bellica nonché la responsabilità della tenuta dei relativi documenti di cantiere (rapporto giornaliero delle attività di bonifica bellica, planimetrie, disegni ecc.) dovranno essere affidati ad un Assistente Tecnico, che dovrà assicurare la sua costante presenza durante le operazioni.

L'esecuzione pratica delle attività di ricerca, individuazione e scoprimento di ordigni esplosivi residui bellici compete al Rastrellatore. In casi particolari, a carattere eccezionale e per periodi di tempo limitati, potrà essere impiegato nelle funzioni di Rastrellatore anche l'Assistente Tecnico responsabile, ferma restando la composizione della squadra tipo minima (come da Allegato "A" al D.I. n. 82 del 11/05/2015).

L'attività di ricerca consiste nel controllare mediante l'uso degli appositi apparati tutta l'area da bonificare, provvedendo preliminarmente a:

- suddividere la stessa in parti dette "campi", che dovranno essere numerati secondo un ordine stabilito ed una progressione razionale. Essi verranno indicati su idonea planimetria ed individuati materialmente con apposite tabelle, alle estremità degli stessi "campi";
- suddividere i "campi" in "strisce" da delimitare con fettucce, nastri, cordelle, ecc., al fine di permettere la razionale, progressiva e sicura esplorazione con gli apparati;
- eseguire il preventivo taglio di eventuale vegetazione che ostacoli l'impiego corretto e proficuo dell'apparato rilevatore, trasportandola fuori dalle "strisce".

#### 7.6.4 Norme di sicurezza

La Bonifica Bellica deve essere eseguita ponendo in essere tutte le particolari precauzioni intese ad evitare danni alle persone ed alle cose, osservando a tale scopo le vigenti disposizioni in materia di sicurezza nonché le norme tecniche riportate al Capitolo IV del Disciplinare tecnico per l'esecuzione del servizio di Bonifica Bellica Sistemica Terrestre del Ministero della Difesa – Direzione dei Lavori e del Demanio – Ed. 2015.

Al riguardo, le aree da bonificare dovranno essere opportunamente recintate, qualora non sussistano già altri impedimenti quali barriere o recinzioni, e segnalate con appositi cartelli indicatori di pericolo. Qualora necessario, la "Ditta Incaricata" dovrà richiedere alle competenti Autorità l'emanazione di speciali provvedimenti per disciplinare il movimento di autoveicoli e persone nelle zone da bonificare e nelle loro adiacenze.

Infine, rientrando le imprese specializzate in Bonifica Bellica nel gruppo A della classificazione prevista dal Decreto del Ministero della Salute 15 luglio 2003, n. 388, nell'ambito del cantiere dovrà essere operante, per l'intero orario lavorativo giornaliero, un posto di primo soccorso gestito da personale all'uopo abilitato ed attrezzato con i presidi medici previsti dagli Allegati 1 e 2 del predetto Decreto. Dovrà, inoltre, essere data comunicazione all'Azienda Unità Sanitaria Locale competente sul territorio in cui si svolge l'attività, per la predisposizione degli interventi di emergenza, assicurando altresì la disponibilità di un idoneo collegamento telefonico/radio con il più vicino ospedale (indicato dall'AUSL), sul quale evacuare eventuale personale traumatizzato in caso di scoppio accidentale di ordigni esplosivi durante le attività di ricerca.

#### 7.6.5 Norme relative agli apparati di ricerca ed al loro impiego

Gli apparati di ricerca utilizzati, rispondenti alle caratteristiche tecniche definite da GENIODIFE con apposite direttive, dovranno essere in grado di rilevare efficacemente, mediante chiari segnali acustici e strumentali, la presenza nel terreno di oggetti metallici, quali mine, ordigni, bombe, proiettili, residui bellici di ogni genere e tipo, interi o loro parti, alle profondità stabilite per ogni "attività di seguito indicata" e ribadite nelle "Norme Tecniche Particolari".

Gli apparati di ricerca, normalmente, si distinguono in:

- Rilevatori di metalli ad induzione elettromagnetica (Active Metal Detector), sono apparati in grado di rilevare la presenza di oggetti metallici, anche non ferrosi, a profondità limitata, normalmente entro cm. 30 dal piano di campagna, di conseguenza possono essere impiegati solo in caso di infestazione superficiale del terreno.
- Magnetometri (Passive Metal Detector), sono apparati che sfruttano la variazione del campo magnetico terrestre causata dalla presenza nel terreno di oggetti metallici e sono in grado di rilevarne la presenza anche in profondità. La loro portata normalmente varia in funzione della tipologia del terreno e della massa dell'oggetto da individuare, per cui è necessario procedere alla loro taratura mediante l'uso di una massa campione.

Al riguardo, si precisa che ciascuna delle succitate tipologie di apparati presenta una serie di capacità ma anche di limitazioni, in funzione, oltre che del materiale costituente l'ordigno, anche della composizione mineralogica e dell'umidità del terreno, tali da rendere difficile definire in maniera precisa la profondità di esplorazione che sono in grado di esprimere.

Pertanto, sarà cura dell'organo esecutivo periferico territorialmente competente in materia di Bonifica Bellica effettuare congiuntamente alla Ditta Incaricata una serie di prove mirate a



determinare la capacità degli apparati di ricerca utilizzati in relazione alla tipologia del terreno dell'area da bonificare.

L'utilizzo di apparati che sfruttano tecnologie diverse, come ad esempio il Georadar (GPR - Ground Penetrating Radar), seppur non specificamente previsti dalla direttiva tecnica sugli apparati di ricerca emanata ai sensi del D.I. 82/2015, potrà essere preso in considerazione, ad integrazione degli apparati tradizionali, nei casi dubbi per avvalorare ovvero smentire la presenza di eventuali ordigni bellici.

#### Art. 7.7 Modalità di esecuzione

L'attività di bonifica da mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose e residuati bellici di qualsiasi natura, dovrà essere tassativamente propedeutica a qualsiasi altra attività lavorativa e dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni di dettaglio del Genio Militare.

Nessuna variazione alle prescrizioni tecniche emanate dal Genio Militare con apposito Nulla Osta e Capitolato Speciale B.C.M. potrà essere apportata, sia dall'impresa che dalla ditta B.C.M. incaricata.

Preliminarmente ai lavori di bonifica dovranno essere eseguiti il disboscamento delle aree e tutte le operazioni topografiche necessarie ad individuare con precisione le aree di intervento.

Tali aree ed allineamenti saranno opportunamente segnalate al fine di consentire le verifiche che la direzione lavori riterrà opportune.

Prima dell'inizio delle attività, l'Impresa esecutrice dovrà comunicare all'Amministrazione Militare:

- l'effettiva data di inizio lavori e la loro durata;
- l'elenco nominativo del personale che sarà effettivamente impiegato; tale elenco dovrà fare riferimento al documento di qualifica (brevetti).
- l'elenco del materiale e delle attrezzature di cui è previsto l'utilizzo.

La bonifica sarà eseguita con l'osservanza delle disposizioni previste dalla vigente normativa ed il lavoro sarà diretto ed eseguito da personale munito dei brevetti rilasciati dalle Autorità Militari competenti e dal personale specializzato del Ministero della Difesa a norma della legislazione vigente.

La direzione tecnica ed organizzativa dei lavori di bonifica sarà assicurata da un dirigente tecnico B.C.M., il quale dovrà controllarne anche l'esecuzione.

Il coordinamento pratico esecutivo dell'attività di bonifica, la sorveglianza delle sue varie fasi e la tenuta dei relativi documenti di cantiere (diario dei lavori, planimetria, ecc...) saranno affidati ad un assistente tecnico B.C.M., il quale sarà presente sui lavori per tutto l'intero orario di ogni giornata lavorativa.

L'esecuzione pratica dei lavori di bonifica sarà effettuata da tecnici specializzati in possesso del brevetto di rastrellatore B.C.M..

A conclusione dei lavori di bonifica, l'Impresa esecutrice dovrà fornire all'Amministrazione Militare competente:

- l'elenco degli ordigni rinvenuti nel corso dei lavori;
- la planimetria indicante le zone bonificate;
- la "Dichiarazione a Garanzia" di avvenuta bonifica (totale o parziale) con assunzione di responsabilità immediata (a decorrere dalla data di emissione del documento);

Esaminata la dichiarazione di garanzia e l'annessa documentazione prescritta emessa da impresa specializzata B.C.M., il 5° Reparto Infrastrutture Ufficio B.C.M. di Padova darà comunicazione scritta anche a mezzo fax circa la data e le modalità per l'effettuazione del sopralluogo e della verifica ed accertamenti previsti. Quindi eseguirà il collaudo finale delle opere di bonifica eseguite, con relativo rilascio del Verbale di Constatazione/Buona Esecuzione.

Le operazioni di bonifica che rivestono carattere di urgenza potranno essere iniziate immediatamente previo nulla osta dell'organo militare competente.

Al fine di ottenere l'emissione del Verbale di Collaudo da parte del Genio Militare, non dovranno essere intraprese opere primarie a cura della richiedente prima della verifica in cantiere da parte delle A.M. competenti. Se durante gli accertamenti eseguiti dal Genio Militare dovessero risultare già eseguite delle opere sulle aree oggetto di dichiarazione di garanzia, le AA. MM. si riserveranno la facoltà di emettere verbale di collaudo e di non vidimare la dichiarazione di garanzia emessa dall'impresa esecutrice, con relativa notifica discrezionale all'impresa della nullità dell'atto emesso.

In presenza di sottoservizi gli stessi, prima di eseguire i lavori di bonifica descritti, dovranno essere spostati o rimossi. Se non fosse possibile perché inamovibili, gli stessi dovranno essere messi alla luce con adeguati lavori di scavo, per eseguire gli accertamenti previsti nel terreno sottostante.

Nell'esecuzione delle operazioni di bonifica profonda si dovrà impiegare trivella elicoidale rotante, escluso l'uso di vibranti o perforanti, salvo esplicita autorizzazione da parte del Reparto Infrastrutture competente.

Particolare cura dovrà essere tenuta nella scelta di eventuali cave di prestito, i cui materiali dovranno essere scevri da ordigni e/o corpi ferrosi analoghi, per forma e consistenza, accertata con eventuale certificazione. In caso contrario, per le aree utilizzate per il prelevamento del materiale, dovrà essere eseguita la bonifica profonda con perforazioni spinte fino a m 5,00 dal piano campagna, con garanzia a m 6,00 da tale piano sicurezza.

Qualora non siano previsti autonomi lavori di scavo, bensì lavori di infissioni di palificazioni o diaframmi o jet-grouting o similari opere, si può procedere, previa autorizzazione Genio Militare, con infissioni di asta magnetica con metodo definito "a siringa" su area di proiezione di ciascuna fondazione profonda, al fine di verificare meccanicamente la presenza od assenza di masse ferrose omogenee interrate. In questa fattispecie, non è previsto il rilascio di verbale di constatazione finale a cura del competente Genio Militare.

#### 7.7.1 Norme generali riguardanti gli scavi

Gli scavi necessari allo scoprimento degli ordigni bellici individuati dovranno essere effettuati con sistemi e mezzi che non pregiudichino l'incolumità delle maestranze, dei mezzi e delle attrezzature nonché di eventuali manufatti presenti nell'area di cantiere o nelle immediate adiacenze e condotti in modo da raggiungere le profondità necessarie per la identificazione degli ordigni bellici:

- rimuovendo dallo scavo ogni materiale, compreso ceppi, radici, massi, murature e oggetti di varia natura, per verificare la presenza al di sotto degli stessi di eventuali ordigni;
- dando alle pareti degli scavi l'inclinazione necessaria per impedire scoscendimenti o franamenti e per consentire il lavoro del Rastrellatore e l'efficace impiego degli apparati di ricerca;
- aggettando, eventualmente, l'acqua che si infiltrasse negli scavi;
- armando, all'occorrenza, le pareti degli scavi.

#### 7.7.2 Norme per la gestione degli ordigni bellici

In tutti i casi di rinvenimento di ordigni bellici, la Ditta Incaricata ha l'obbligo di:

- sospendere immediatamente le attività di ricerca;
- denunciare il rinvenimento dell'ordigno bellico presso la Stazione dei Carabinieri territorialmente competente, preventivamente informata dello svolgimento delle attività di Bonifica Bellica, fornendo tutte le possibili indicazioni sulla tipologia e pericolosità dello stesso, ivi comprese eventuali immagini anche in formato digitale. Particolare importanza assume tale comunicazione nei casi in cui ci si rendesse conto di trovarsi in presenza di un ordigno con caratteristiche di particolare pericolosità (eventuale presenza di congegni anti-rimozione);
- porre in atto idonea segnaletica di pericolo intorno all'ordigno bellico;
- porre in essere tutti gli accorgimenti ritenuti necessari, da valutare di volta in volta in funzione dei luoghi e della tipologia dell'ordigno, per evitare che estranei possano avvicinarsi all'ordigno ed allo scavo effettuato;
- non riprendere le attività di bonifica prima dell'intervento di personale specializzato dell'A.D. preposto alla successiva neutralizzazione dell'ordigno e che provvederà eventualmente ad emanare il parere di competenza, i vincoli e le limitazioni del caso;

- l'onere della vigilanza degli eventuali ordigni che si dovessero rinvenire, nelle more del citato intervento, risale comunque alle Forze di Polizia (pena il configurarsi del reato di detenzione abusiva di materiale esplodente).
- visto il parere ed i vincoli imposti dal personale qualificato EOD, sentire il parere del Soggetto Interessato sull'opportunità di emanare un Attestato di Bonifica Bellica parziale al fine di restituire allo stesso un sedime parzialmente liberalizzato, escludendo eventualmente l'area di rispetto imposta dal citato personale qualificato della Difesa; sull'area liberalizzata quest'ultimo potrà operare per il proseguimento dei lavori previsti, condizionatamente ai vincoli imposti dal personale qualificato EOD (i cui tempi di intervento non possono essere pianificati a priori). Tale area, una volta rimosso l'ordigno, dovrà essere sottoposta a garanzia del fondo scavo e successiva bonifica profonda (ove previsto) per il soddisfacimento ed il rispetto delle prescrizioni emanate.

#### 7.7.3 Norme attinenti alle prestazioni di bonifica ed alle misurazioni

Ogni attività di Bonifica Bellica dovrà essere preventivamente ordinata con apposita comunicazione scritta che precisi il tipo e le prestazioni da eseguire, secondo le indicazioni riportate al successivo Capitolo IV.

La valutazione degli scavi effettuati si farà considerando il volume del solido corrispondente al vuoto degli scavi stessi che, comunque, dovranno essere commisurati alle reali esigenze pur operando in sicurezza.

La valutazione delle superfici bonificate avverrà, sempre considerando l'area della proiezione orizzontale del terreno o immobile bonificato.

#### 7.7.4 Bonifica bellica svolta in concomitanza ad altre lavorazioni

Durante le operazioni di demolizione di fondazioni e sottofondazioni di manufatti nonché di sotto servizi esistenti, laddove sia stato valutato positivamente il rischio di rinvenimento di ordigni bellici, si prescrive l'assistenza tecnica da parte di personale specializzato in Bonifica Bellica, nel rispetto della squadra tipo, con vaglio del materiale e successiva verifica del fondo scavo fino all'imposta delle sottofondazioni stesse.

#### 7.7.5 Modalità archeologica concordata con le soprintendenze ai beni architettonici e paesaggistici

In terreni soggetti a vincolo archeologico, qualora sia necessario effettuare indagini archeologiche preventive mediante scavi mirati, allo scopo di accertarsi che nel sottosuolo non ci siano strutture o manufatti archeologici, si dovrà operare secondo le modalità tipiche della Bonifica Bellica Sistemica, procedendo allo scavo per strati successivi, da effettuarsi con mezzi meccanici muniti di benna liscia, successivo vaglio del materiale scavato e garanzia del fondo scavo, secondo le indicazioni fornite dal rappresentante della Soprintendenza e sotto la sua supervisione. In merito, si evidenzia che l'attività di verifica in cantiere da parte del rappresentante della Soprintendenza, finalizzata al riconoscimento di eventuali reperti archeologici rinvenuti, potrà essere effettuata esclusivamente a seguito della sospensione delle attività di bonifica in corso di esecuzione.

#### 7.7.6 Attestato di bonifica bellica

Una volta ultimate le operazioni di Bonifica Bellica, la Ditta Incaricata rilascia "l'Attestato di Bonifica Bellica". Con tale attestazione l'Impresa si assume la responsabilità di eventuali danni alle persone ed alle cose, comunque derivanti da imperfetta esecuzione delle attività, prima, durante e dopo le operazioni di verifica effettuate dal Ministero della Difesa e fino ad 1 (uno) anno a partire dalla data in cui viene redatto l'Attestato in argomento.

Trascorso il periodo di tempo di un anno dalla data di emissione dell'Attestato, la Ditta Incaricata si intenderà esonerata da qualsiasi responsabilità. Gli incidenti che dovessero eventualmente verificarsi sul terreno bonificato, dopo tale periodo di tempo, si dovranno intendere provocati da

causa di forza maggiore, a meno che non risulti provato che l'incidente sia dovuto a colpa grave o dolo della Ditta Incaricata. In tal caso, pur essendo trascorso il termine di un anno dalla data di emissione dell'Attestato di bonifica bellica, la Ditta Incaricata verrà ritenuta pienamente responsabile a tutti gli effetti.

La Ditta Incaricata ha l'obbligo di rilasciare l'Attestato di Bonifica Bellica in bollo, su modulo fornito dal Reparto Infrastrutture competente per territorio, per attestare l'effettiva esecuzione del Servizio di Bonifica Bellica, secondo le prescrizioni fornite dall'Amministrazione Difesa, della zona oggetto della prestazione.

L'Attestato in argomento dovrà essere firmato dal Dirigente Tecnico che ha diretto l'attività di bonifica, oltre che dal legale rappresentante della Ditta di bonifica Incaricata e dovrà riportare in calce una dichiarazione da parte del Soggetto Interessato, che confermi la reale esecuzione della prestazione di bonifica da parte della Ditta stessa.

#### 7.7.7 Controlli in corso d'opera e verbale di constatazione

Essendo l'attività di Bonifica Bellica classificata come un servizio, assumono particolare rilevanza i controlli effettuati in corso d'opera.

A seguito di tali controlli, durante i quali dovrà, di norma, essere presente il Dirigente Tecnico della Ditta Incaricata, dovrà essere redatto apposito verbale che riporti in dettaglio quantità e tipologia dei controlli effettuati.

Si precisa che i sopralluoghi in corso d'opera sono effettuati a discrezionalità dell'A.D. per appurare l'andamento del servizio. Il relativo Verbale di Constatazione parziale sarà di supporto ai fini del rilascio del Verbale di Constatazione finale, ma non sostituisce quest'ultimo, liberalizzando le sole eventuali aree sottoposte a verifica con esito positivo.

Ricevuta l'Attestato parziale/totale di Bonifica Bellica da parte della Ditta Incaricata, il Reparto Infrastrutture fissa il giorno in cui effettuare la verifica di conformità finale dandone comunicazione formale al Soggetto Interessato, il quale dovrà assicurare la presenza del Dirigente Tecnico responsabile dell'attività.

Sulla base dell'esame dell'Attestato di bonifica bellica redatto dalla Ditta, di tutta la documentazione, delle eventuali verifiche di conformità effettuate in corso d'opera e della verifica di conformità finale, il Reparto Infrastrutture rilascia il Verbale di Constatazione.

Con tale Verbale si andrà ad attestare:

- la buona esecuzione delle attività di bonifica e la corretta applicazione di tutte le condizioni riportate nelle "Prescrizioni generali tecniche per l'esecuzione del servizio di bonifica";
- lo svolgimento dell'attività di bonifica, in conformità al "progetto" di bonifica medesimo;
- la corrispondenza della situazione di fatto con le presenti "Norme di Carattere Generale".

Il Verbale di Constatazione dovrà essere redatto entro il termine di 60 giorni dalla data di ricezione da parte dell'Amministrazione Difesa dell'Attestato di Bonifica Bellica emesso dalla Ditta Incaricata del servizio di bonifica.

Qualora la bonifica interessi aree molto estese, allo scopo di consentire l'utilizzazione delle aree già bonificate, potranno essere emessi, a richiesta del Soggetto Interessato e previa presentazione dell'Attestato di Bonifica Bellica Parziale, Verbali di Constatazione Parziali, imponendo le eventuali limitazioni necessarie per consentire il proseguimento in sicurezza della bonifica nei tratti contigui.

Per aree già bonificate, la Ditta Incaricata a cominciare dalla data di rilascio dell'Attestato di Bonifica Bellica si farà carico di tutte le responsabilità evidenziate nel Capitolo III "Norme di Carattere Generale" del disciplinare tecnico del 2015.

La Ditta ha, comunque, l'obbligo di posizionare e mantenere efficiente idonea segnaletica atta a delimitare esattamente le aree già bonificate rispetto a quelle ancora da bonificare, ai fini delle successive verifiche per la bonifica complessiva di tutta l'area.

La verifica di conformità finale effettuata al termine delle attività di bonifica dovrà comportare il controllo a campione delle aree bonificate, secondo un criterio di casualità, in maniera tale, però, da assicurare comunque la copertura totale dell'area.

Laddove, durante la succitata attività di controllo, si dovesse rilevare la presenza nel terreno di un ordigno esplosivo o comunque di una massa metallica di qualsiasi tipo, non rilevati in precedenza dall'impresa, la verifica verrà sospesa e la bonifica di tutte le aree oggetto dell'Attestato di Bonifica Bellica si intenderà non eseguita a regola d'arte.

Le prestazioni di bonifica effettuate dalla Ditta Incaricata giudicate non eseguite a regola d'arte dovranno essere ripetute a suo completo carico, salva ogni altra responsabilità connessa all'eventuale scoppio di un ordigno esplosivo nel corso delle operazioni di verifica in parola.

Le risultanze del controllo saranno verbalizzate ed il relativo verbale sarà trasmesso alla Direzione dei Lavori e del Demanio, che avrà cura di annotarlo in apposito registro delle inadempienze, per la successiva valutazione di eventuali sanzioni da adottare a cura del Comitato Tecnico Consultivo di cui all'art. 5 del D.I. 82/2015.

Al termine della nuova Bonifica Bellica, saranno ripetute le verifiche con le norme sopraindicate. Qualora la Ditta Incaricata dovesse rifiutarsi di ripetere le operazioni di Bonifica Bellica l'organo esecutivo periferico non rilascerà il relativo Verbale di Constatazione e le aree non si intenderanno liberalizzate sotto il profilo bellico.

Nel caso in cui siano stati redatti Verbali di Constatazione parziali, le aree ad essi relative (che devono quindi intendersi liberalizzate) possono essere restituite alla Committenza per gli usi previsti, eventualmente condizionate dalla vicinanza con le aree ancora soggette a successive bonifiche parziali. Soltanto in questo caso, infatti, decadrebbe l'obbligo di effettuare controlli a campione in fase di verifica finale.

## Art. 7.8 Lavorazioni – Norme Tecniche Particolari

### 7.8.1 Taglio preliminare di vegetazione su aree da sottoporre a bonifica bellica

Tale attività deve essere eseguita in maniera preventiva, allo scopo di eliminare tutta la vegetazione presente sul terreno da bonificare che sia di intralcio ad un corretto impiego degli apparati di ricerca.

Il taglio della vegetazione dovrà essere eseguito per "campo" e "striscia" di bonifica, come è stabilito per l'esplorazione con l'apparato di ricerca. Tale operazione deve essere svolta da personale qualificato (Rastrellatori B.C.M.) sotto la supervisione di un Assistente Tecnico B.C.M., nel rispetto della costituzione della squadra tipo, prevedendo l'assistenza di tutte le figure previste dal D. Lgs. 81/2008 e s.m.i. per garantire la sicurezza (addetti al primo soccorso, emergenze, etc.). Nel tagliare la vegetazione dovranno essere poste in essere tutte le possibili cautele atte a evitare il fortuito contatto – sia del personale che dei mezzi di lavoro – con eventuali ordigni affioranti.

Nel caso di terreni che si possano ritenere infestati da ordigni particolarmente pericolosi (mine anti uomo, bombe a mano inesplose, ecc.), il taglio della vegetazione deve procedere di pari passo con la bonifica superficiale.

Durante le operazioni di taglio – nel rispetto delle vigenti disposizioni emanate dall'Autorità Forestale – dovranno essere salvaguardate le piante ad alto fusto e le matricine esistenti.

Il materiale tagliato dovrà essere portato fuori da ogni "striscia" prima di procedere al taglio di quella successiva e periodicamente e opportunamente eliminato fuori dai "campi" di lavoro.

Nel prezzo sono compresi e remunerati tutti gli oneri suddetti, quale che sia la densità ed il tipo della vegetazione.

### 7.8.2 Bonifica bellica superficiale

La bonifica bellica superficiale consiste nelle attività di ricerca, localizzazione e scoprimento di tutti gli ordigni, mine e residuati bellici di ogni genere e tipo nonché di tutte le masse metalliche presenti nel terreno fino a cm. 100 di profondità dal piano campagna e nella loro successiva eliminazione, secondo le previste procedure.

La bonifica superficiale si articolerà nelle seguenti operazioni:

- suddivisione dell'area da bonificare in "campi" delle dimensioni di m. 50x50 e successivamente in "strisce" della larghezza massima di m. 0,80;
- esplorazione mediante impiego di apposito apparato di ricerca, per "strisce" successive, di tutta la superficie interessata passando lentamente al di sopra di essa, a non più di cm. 5 ÷ 6 di altezza;
- scoprimento degli ordigni e dei corpi metallici segnalati dall'apparato fino alla profondità di cm. 100 dal piano campagna, procedendo negli scavi di avvicinamento secondo le modalità indicate al precedente punto 4.1.
- La presente fase del servizio include le seguenti operazioni:

- localizzazione degli ordigni e corpi metallici;
- scavo e scoprimento degli stessi entro la profondità di cm. 100 dal piano esplorato;
- allontanamento eventuale del materiale escavato;
- esplorazione del fondo dello scavo con l'apparato di ricerca;
- riempimento sommario degli scavi stessi;
- smaltimento dei materiali metallici rinvenuti (qualora non di interesse per l'A.D.);
- operazioni da porre in essere in caso di rinvenimento di ordigni bellici, secondo quanto indicato al punto 4.2.

### 7.8.3 Bonifica bellica di profondità mediante trivellazione

La Bonifica Bellica di profondità viene svolta per ricercare, individuare e localizzare ordigni o masse ferrose interrati a profondità superiore a cm. 100 dal piano campagna originario. Essa deve essere sempre preceduta dalla bonifica superficiale.

La bonifica di profondità si articolerà nelle seguenti operazioni:

- suddivisione dell'area da bonificare in quadrati aventi il lato di m. 2,80, che dovranno essere opportunamente numerati (come da schema in allegato "A");
- perforazione al centro di ciascun quadrato, a mezzo di trivella non a percussione, di un foro di diametro maggiore rispetto a quello della sonda dell'apparato rilevatore. Detta perforazione si eseguirà inizialmente per una profondità di cm. 100 dal piano campagna, corrispondente alla quota garantita con la bonifica superficiale preventivamente eseguita.
- inserimento della sonda dell'apparato rilevatore nel foro già praticato fino a raggiungere il fondo di questo; l'apparato, predisposto ad una maggiore sensibilità radiale, sarà capace di garantire la rilevazione di masse ferrose interrate entro un raggio di m. 2.
- effettuazione di una seconda perforazione fino a profondità di cm. 300, qualora l'apparato non abbia segnalato interferenze;
- proseguimento con perforazioni progressive di cm. 200 per volta, indagando il foro con la sonda dell'apparato rilevatore come in precedenza descritto, fino al raggiungimento della quota prevista. Nel caso di terreno inconsistente i fori perforati dovranno essere incamiciati mediante l'impiego di tubi in PVC;
- trascrizione sul rapporto giornaliero delle attività delle operazioni di perforazione e dell'esito dei progressivi sondaggi;

Una modalità particolare è quella realizzata mediante l'impiego trivelle che utilizzano aste cave amagnetiche, all'interno delle quali viene calata la sonda magnetometrica, per verificare il fondo foro prima di procedere alla successiva fase di perforazione.

### 7.8.4 Bonifica bellica di profondità mediante penetrometri con sonda magnetometrica integrata

Tale tecnica prevede l'impiego di un penetrometro munito di punta conica con integrato un sensore magnetometrico tri-direzionale in grado di rilevare chiaramente e registrare la variazione di campo magnetico indotta dalla presenza di masse metalliche nel sottosuolo, consentendo l'arresto in sicurezza, in automatico ovvero manuale da parte dell'operatore, del sistema, prima che la punta conica venga a contatto con le predette masse. Il penetrometro deve essere azionato da un sistema di tipo oleodinamico capace di fare avanzare la punta conica nel terreno a velocità costante, in maniera da non indurre vibrazioni.

Tale procedura può essere applicata predisponendo una maglia di sondaggio con distanza tra le perforazioni successive minore rispetto a quella prevista al precedente paragrafo 5.3, comunque tale da essere inferiore rispetto alla comprovata capacità della sonda magnetometrica in relazione alla particolare tipologia del terreno oggetto di indagine.

Essendo tale tecnica limitatamente invasiva, riducendo l'interasse tra le perforazioni e la sensibilità della sonda magnetometrica, è particolarmente idonea per l'impiego nelle adiacenze di strutture inamovibili contenenti intelaiature metalliche che possano dare origine ad interferenze ferromagnetiche a priori non differenziabili da quelle prodotte da un eventuale ordigno bellico interrato.

### 7.8.5 Scavo a sezione aperta con mezzi meccanici e connesso uso di apparati di ricerca

Tali scavi sono da effettuarsi, a profondità superiore a cm. 100, in terreni di qualsiasi genere, natura e consistenza, sono eseguiti mediante impiego di idonei mezzi meccanici dotati di opportuni sistemi di protezione e muniti di benna liscia, che devono procedere a strati successivi, di spessore non superiore all'accertata capacità di rilevazione degli apparati di ricerca e previa verifica del terreno da escavare.

Essi sono, normalmente, finalizzati:

- all'avvicinamento ed allo scoprimento di ordigni esplosivi o di masse metalliche di qualsiasi genere segnalate dagli apparati di ricerca;
- scavi di sbancamento in terreni caratterizzati da un alto livello di contaminazione ferromagnetica.

#### 7.8.6 Scavo a sezione obbligata con mezzi meccanici e connesso uso dell'apparato di ricerca

Tali scavi sono da effettuarsi, a profondità maggiore di cm. 100, in terreni di qualsiasi genere, natura e consistenza, sono eseguiti mediante impiego di idonei mezzi meccanici dotati di opportuni sistemi di protezione e muniti di benna liscia, che devono procedere a strati successivi, di spessore non superiore all'accertata capacità di rilevazione degli apparati di ricerca e previa verifica del terreno da escavare, fino alla profondità interessata, con verifica del fondo scavo.

Essi sono, normalmente, finalizzati:

- all'avvicinamento ed allo scoprimento di ordigni esplosivi o di masse metalliche di qualsiasi genere segnalate dagli apparati di ricerca in ambienti ristretti che non consentono l'esecuzione di scavi a sezione aperta;
- alla posa in opera di cablaggi, condutture di vario genere, impianti di scarico, o reti, da eseguire con una sezione ristretta in terreni caratterizzati da un alto livello di contaminazione ferromagnetica.

-

#### 7.8.7 Scavo a mano e connesso uso dell'apparato di ricerca

Gli scavi a mano si effettuano per consentire lo scoprimento di ordigni esplosivi interrati a profondità superiore a cm. 100 dal piano campagna, laddove, per problemi operativi o mancanza di sufficiente spazio, non sia possibile l'uso di mezzi meccanici.

Nello scavo a mano occorre sempre procedere a strati successivi di spessore non superiore a 30 cm. procedendo alla verifica del fondo scavo prima di passare allo strato successivo.

Inoltre, si precisa che tale modalità operativa si applica quando si è in prossimità di una un'interferenza ferromagnetica tale da fare presumere la presenza di un ordigno bellico a distanza pari a circa un metro.

#### 7.8.8 Bonifica da ordigni bellici superficiale e profonda con impiego di apparato rilevatore, in presenza d'acqua

Qualora il terreno sul quale occorre eseguire le attività di bonifica bellica si trovi inondato da un quantitativo di acqua meteorica o di falda tale da non garantire l'efficace l'impiego degli apparati di ricerca, bisognerà provvedere, preventivamente, al prosciugamento del terreno mediante l'impiego di pompe idrovore e l'eventuale realizzazione di pozzi di drenaggio.

Successivamente si procede con le stesse procedure previste per la bonifica superficiale e quella profonda.

#### 7.8.9 Bonifica bellica per l'attraversamento di linee ferroviarie o strade

Per le operazioni di bonifica bellica necessarie per la realizzazione di sottopassi in corrispondenza di linee ferroviarie si procederà alla rimozione del materiale di armamento e della sottostante massicciata in pietrisco, con scavo assistito da apparato di ricerca, prima di procedere alle ispezioni in profondità secondo le modalità prescritte.

Qualora non fosse possibile procedere alla rimozione del fascio ferroviario, la bonifica del terreno sottostante sarà effettuata mediante la preventiva realizzazione di fori pilota verticali e/o orizzontali al di sotto della massicciata, che ove necessario andranno incamiciati con tubi in PVC, all'interno dei quali sarà inserito l'apparato di ricerca per l'esplorazione del volume di terreno

intorno al foro. La distanza tra i fori dovrà essere tale da garantire l'esplorazione di tutto il volume di terreno della sezione da scavare ed un'ulteriore fascia di un metro intorno.  
Le procedure sopra descritte si applicano anche nel caso attraversamenti al di sotto di infrastrutture stradali o di altro tipo (canali di irrigazione, ecc..).



## **CAPO III –SCAVI**

### **Art. 8    SCAVI ALL'APERTO ED IN SOTTERRANEO**

#### Art. 8.1    Modalità Esecutive

Almeno venti giorni prima di iniziare gli scavi di ogni sezione d'opera principale sia all'aperto che in sotterraneo, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione comprendente le modalità previste per l'esecuzione dei lavori comprendente il programma di dettaglio degli avanzamenti previsti.

Entro il tempo sopra indicato l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori anche i permessi e le autorizzazioni che contrattualmente sono a suo carico.

#### Art. 8.2    Tipi a Categorie di Scavo all'Aperto

##### 8.2.1    Tipi di Scavo

I tipi di scavi eseguiti all'aperto saranno suddivisi come segue:

###### a. Scavi di Sbancamento

Per "scavi di sbancamento" si intendono tutti gli scavi, anche a pareti verticali, eseguiti al di sopra del punto più depresso del terreno naturale o dello scavo precedentemente effettuato che siano aperti anche parzialmente almeno su un lato.

Si considereranno scavi di sbancamento anche tutti quelli che non rientrano negli scavi di fondazione definiti nei paragrafi b) che segue.

Sarà considerato "terreno naturale" anche l'alveo dei torrenti o dei fiumi.

###### b. Scavi di Fondazione a Sezione Obbligatoria

Per "scavi di fondazione a sezione obbligatoria" si intendono quelli eseguiti al di sotto del punto più depresso del terreno naturale o punto più depresso di uno scavo di sbancamento precedentemente effettuato.

Pertanto rientrano in questa classe tutti gli scavi incassati ed a sezione ristretta effettuati per accogliere fondazioni di strutture e per eseguire canalette, condutture, tombinature ed opere similari purché questi scavi abbiano una larghezza sul fondo (larghezza = lato minore in planimetria) inferiore a 3,00 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.

###### c. Scavi a Pozzo

Per "Scavi a Pozzo" si intendono quelli eseguiti per sottomurazioni senza interventi conservativi quali micropali, jet grouting ecc. a sezione circolare od ellittica ed eventualmente anche poligonale, per fondazioni di ponti e viadotti, muri di sostegno, contrafforti, consolidamento di falde montane o manufatti similari.

##### 8.2.2    Categorie di Scavo per Sbancamenti

Le categorie di scavo all'aperto per sbancamenti saranno suddivisi in base alla natura del terreno come segue:

###### a. Materie di Qualsiasi Natura e Consistenza, Escluso la Roccia da Mina

Questa categoria comprenderà i terreni argillosi, ghiaiosi, tufacei, le ghiaie, le sabbie ed i materiali sciolti di piccola pezzatura in generale, nonché le rocce profondamente alterate, diaclasate, fratturate e fessurate il cui scavo possa essere effettuato con l'impiego di convenzionali mezzi meccanici e senza necessitare l'uso di esplosivo, sia asciutte che bagnate.

I mezzi meccanici di scavo per stabilire se le rocce potranno essere rimosse senza esplosivo saranno i seguenti:

- Trattore cingolato avente una potenza nominale non inferiore a 200 kW equipaggiato con “ripper” monodente per gli scavi di sbancamento;
- Escavatore cingolato idraulico munito di braccio per scavo rovescio (backhoe) avente una potenza nominale non inferiore a 120 kW equipaggiato con benna standard da roccia o semi-roccia.

Anche i muri a secco o in malta di scarsa consistenza ed i trovanti di volume sino a  $1,00 \text{ m}^3$  se incontrati in scavi di sbancamento e sino a  $0,50 \text{ m}^3$  se incontrati in scavi di fondazione saranno pure considerati in questa categoria.

#### b. Roccia da Mina

Questa categoria comprenderà tutti quegli ammassi rocciosi il cui scavo potrà solamente essere effettuato con esplosivo nonchè con mezzi meccanici o con prodotti chimici in grado di frantumare la roccia dura da mina.

Anche i trovanti di volume oltre a  $1,00 \text{ m}^3$  se incontrati in scavi di sbancamento e a  $0,50 \text{ m}^3$  se incontrati in scavi di fondazione saranno pure considerati in questa categoria.

### 8.2.3 Categorie di Scavo per Fondazioni a Sezione Obbligatoria

Le categorie di scavo all'aperto per scavi di fondazione saranno suddivisi in base alla natura del terreno come segue:

#### a. Materie di Qualsiasi Natura e Consistenza, Escluso la Roccia Tenera e da Mina

Questa categoria comprenderà i terreni argillosi, ghiaiosi, tufacei, le ghiaie, le sabbie ed i materiali sciolti di piccola pezzatura in generale.

#### b. Roccia Tenera

Questa categoria comprenderà le rocce profondamente alterate, diaclasate, fratturate e fessurate il cui scavo possa essere effettuato con l'impiego di convenzionali mezzi meccanici e senza l'uso di esplosivo.

Anche i muri a secco o in malta di scarsa consistenza ed i trovanti costituiti da frammenti di roccia alterati, diaclasati, fratturati e fessurati di volume sino a  $0,50 \text{ m}^3$  saranno pure considerati in questa categoria.

#### c. Roccia da Mina

Questa categoria comprenderà tutti quegli ammassi rocciosi il cui scavo potrà essere effettuato solamente con esplosivo nonchè con mezzi meccanici o con prodotti chimici in grado di frantumare la roccia dura da mina.

Anche i trovanti costituiti da roccia dura e massiva di volume sino a  $0,50 \text{ m}^3$  saranno pure considerati in questa categoria.

## Art. 8.3 Controllo dell'Acqua

### 8.3.1 Prescrizioni Generali

L'Appaltatore dovrà provvedere alla raccolta e smaltimento delle acque piovane, di infiltrazione e di qualsiasi altra provenienza e quantità sia durante l'esecuzione dei lavori di scavo che delle opere murarie da costruire nelle aree di scavo.

L'Appaltatore sarà tenuto alla costruzione di tutte le opere provvisorie occorrenti nelle zone di scavo per la deviazione e lo smaltimento dell'acqua, compresi argini, canali, fossi, canalette, cunette, pozzetti ed altre opere similari (se necessario anche con canali fuggitori).

Nel caso di scavi per fondazioni, è obbligo dell'Appaltatore di provvedere a sue spese perché le acque scorrenti alla superficie del terreno non abbiano a versarsi negli scavi.

Inoltre l'Appaltatore dovrà mantenere le stesse opere sempre efficienti durante l'esecuzione dei lavori al fine di assicurare il costante deflusso delle acque.

Prima di eseguire i rivestimenti in calcestruzzo delle gallerie, l'Appaltatore dovrà provvedere a captare le eventuali acque di infiltrazione esistenti in calotta, piedritti e platea ed a convogliarle mediante apposite tubazioni nelle cunette o negli appositi tubi di drenaggio a gravità.

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le acque incontrate in sotterraneo vengano sistematicamente raccolte in appositi recipienti ed inviate a laboratori ufficiali al fine di eseguire analisi chimiche e batteriologiche a cura e spesa dell'Appaltatore.

Tutti gli oneri relativi al controllo dell'acqua sono compresi e compensati nei prezzi contrattuali degli scavi.

#### 8.3.2 Controllo dell'Acqua Mediante l'Uso di Pompe

Per gli esaurimenti d'acqua che non possono essere effettuati a gravità l'Appaltatore dovrà installare, operare e mantenere in perfetta efficienza mezzi d'opera (pompe, tubazioni ed altri mezzi complementari) in numero, portata e prevalenza sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Pertanto per ogni luogo ove le acque non potessero essere fatte defluire naturalmente dall'area di scavo, la Direzione Lavori approverà l'impiego di pompe il cui costo sarà compensato con i prezzi previsti per i lavori in economia.

Nel caso che la Direzione Lavori ordinasse il mantenimento dei cavi in asciutto anche durante e dopo l'esecuzione delle murature o dei rinterri o fino all'avvenuta presa delle malte e dei calcestruzzi, gli esaurimenti relativi saranno compensati per il tempo ritenuto necessario per l'esecuzione delle opere.

### Art. 8.4 Discariche e Depositi Temporanei

Le materie provenienti dagli scavi, non ritenute idonee a giudizio della Direzione Lavori, per la formazione di rilevati, rinterri o per altro impiego nei lavori, oppure non utilizzabili in quanto in eccesso, dovranno essere portate a rifiuto depositandole in discariche autorizzate.

Qualora le materie provenienti dagli scavi, ritenute utilizzabili per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, non potessero essere trasportate direttamente al luogo di impiego, dovranno essere depositate temporaneamente su aree del cantiere o in alternativa su altre aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese fuori del cantiere.

Le località per tali depositi temporanei ed a rifiuto dovranno essere scelte in modo tale che le materie depositate risultino stabili e senza la possibilità di arrecare danni ai lavori, alle proprietà pubbliche e private, nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

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

### Art. 8.5 Definizione degli Scavi all'Aperto ai Fini del Pagamento

#### 8.5.1 Tipi di Scavo in Base alle Linee del Terreno

Ai fini del pagamento gli scavi all'aperto sono distinti in due tipi in funzione dei livelli di lavorazione specificati nel Paragrafo 8.2.1 del presente volume e precisamente:

- a. Scavi di sbancamento;
- b. Scavi di fondazione a sezione obbligata;
- c. Scavi a pozzo.

I prezzi relativi agli scavi di cui alle lettere b) e c) potranno variare in funzione della profondità che sarà indicata nell'Elenco Prezzi.

#### 8.5.2 Categorie di Scavo in Base alla Natura del Terreno

Ai fini del pagamento gli scavi di sbancamento all'aperto sono distinti in due categorie in funzione della natura del terreno specificata nel Paragrafo 8.2.2 di questo volume e precisamente:

- a. Scavo in materie di qualunque natura e consistenza, esclusa la sola roccia da mina;
- b. Scavi in roccia da mina.

Ai fini del pagamento gli scavi di fondazione a sezione obbligata all'aperto sono distinti in tre categorie in funzione della natura del terreno e precisamente:

- a. Scavo in materie di qualunque natura e consistenza, esclusa la sola roccia tenera e da mina;
- b. Scavo in roccia tenera;
- c. Scavo in roccia da mina.

#### Art. 8.6 Definizione degli Scavi in Sotterraneo ai Fini del Pagamento.

Ai fini del pagamento gli scavi in sotterraneo sono distinti in tre categorie come segue:

- a. Scavi da eseguire in presenza di interventi conservativi (consolidamento sul fronte con tubi in vetroresina ed infilaggi);
- b. Scavi da eseguire senza la presenza di interventi conservativi;
- c. Scavi da eseguire con limitazioni dei sistemi di produzione.

Gli scavi da eseguire senza la presenza di interventi conservativi e gli scavi da eseguire con limitazioni dei sistemi di produzione sono classificati come specificato negli Articoli precedenti.

#### Art. 8.7 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 8.7.1 Premessa

Gli scavi saranno misurati e contabilizzati come specificato nel Paragrafo 8.7.2 che segue.

Tuttavia sono previsti i seguenti sovrapprezzi da applicare ai prezzi base:

##### a. Lavori all'Aperto

Ai prezzi unitari sarà applicato un sovrapprezzo per il trasporto con autocarro a scarica posta a una distanza superiore a 5 km (distanza riferita al solo viaggio di andata) dal perimetro del lotto.

##### b. Lavori in Sotterraneo

Ai prezzi unitari saranno applicati sovrapprezzi per:

- L'eventuale scavo dell'arco rovescio delle gallerie che fosse eseguito su ordine scritto della Direzione Lavori ad una distanza massima compresa tra 1,5 e 3,0 diametri galleria dal fronte di scavo al fine di eseguire il getto dell'arco rovescio.

- Lo scavo in galleria a sezione corrente con o senza limitazioni all'uso di mezzi di produzione qualora, in funzione del comportamento del cavo ed a seguito di ordine scritto della Direzione Lavori, si renda necessario completare la struttura anulare resistente con il getto dell'arco rovescio, compreso l'onere dello scavo a campione di piedritti.
- Scavo in galleria sub-orizzontale eseguito in terreni di qualsiasi natura e consistenza per la costruzione di slarghi, camere, piazzole di sosta ecc., esclusi pozzi di aerazione, effettuati oltre la sezione corrente della galleria stessa;
- Trasporto con autocarro a discarica posta a una distanza superiore a 5 km (distanza riferita al solo viaggio di andata) dal perimetro del lotto.

#### 8.7.2 Scavi all'Aperto ed in Sottterraneo

##### a. Misurazione

Gli scavi, saranno contabilizzati in base al volume del materiale in situ (materiale in banco prima dello scavo) approvato dalla Direzione Lavori.

Il volume sarà calcolato con il metodo delle sezioni ragguagliate o altri metodi specificati o approvati dalla Direzione Lavori.

Negli scavi di fondazione all'aperto non si contabilizzeranno i volumi corrispondenti alle scarpate non indicate sui disegni, considerandosi convenzionalmente che gli scavi siano tagliati a parete verticale corrispondente alla dimensione del piano di fondazione della struttura.

Gli scavi eseguiti oltre le linee previste sui Disegni di Progetto, non solo non verranno computati per il pagamento, ma l'Appaltatore dovrà, a sue spese, provvedere anche ai riempimenti necessari o al ripristino delle linee di progetto in base alle disposizioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

Gli scavi saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro cubo.

I prezzi di Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprendono in particolare quanto segue:

- Il disboscamento delle aree di scavo;
- Lo scavo, il carico e lo scarico;
- Il trasporto a qualsiasi distanza dei materiali di risulta da ripiegare nell'ambito del lotto (cantiere);
- Il trasporto fino a una distanza di 5 km dal perimetro del lotto dei materiali di risulta da portare a rifiuto o a deposito su aree indicate dall'Amministrazione Appaltante;
- L'esecuzione degli scavi in più fasi anche a campioni;
- Le armature, le puntellature e le sbadacchiature provvisorie per il contenimento delle pareti di scavo, incluso l'onere per l'eventuale mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato;
- La perforazione e l'uso di esplosivo per gli scavi in roccia;
- L'impiego di mezzi d'opera quali martelloni, demolitori manuali ecc. e disgreganti chimici (materie espandenti) per lo scavo della roccia dura da mina ove è richiesto dalla Direzione Lavori ;
- La riduzione dei trovanti alla pezzatura di 30 cm per consentirne il reimpiego a rilevato;
- La profilatura delle superfici di scavo mediante il taglio-previo e fori di contorno ravvicinati;
- Il disgaggio delle superfici di scavo;
- La sistemazione accurata in discarica autorizzata del materiale di risulta;

Le opere per la raccolta e l'allontanamento dalla sede degli scavi delle acque di qualsiasi provenienza entro una fascia di 100 m dal luogo di scavo.

I supporti e le protezioni permanenti degli scavi approvati dalla Direzione Lavori, saranno compensati separatamente con i relativi prezzi d'Elenco.

I trattamenti preventivi in galleria approvati dalla Direzione Lavori saranno compensati separatamente con i relativi prezzi d'Elenco.

## ***CAPO IV –CONSOLIDAMENTI IN GALLERIA***

### **Art. 9 CALCESTRUZZO SPRUZZATO**

#### **Art. 9.1 Generalità**

Il calcestruzzo spruzzato sarà composto da acqua, cemento, inerti, additivo superfluidificante ed additivo accelerante. Ai materiali precedentemente menzionati, potranno essere aggiunte fibre di acciaio.

Il calcestruzzo spruzzato potrà essere armato con rete in barre di acciaio a maglie elettrosaldate oppure con fibre di acciaio.

La rete di armatura, sarà posta in opera preliminarmente sulle superfici da rivestire ed inglobata nel conglomerato in fase di proiezione, in conformità alle prescrizioni di cui all'Articolo 10 del presente volume.

Le fibre di acciaio saranno mescolate agli altri ingredienti dell'impasto durante la confezione del calcestruzzo.

#### **Art. 9.2 Materiali**

##### **9.2.1 Acqua**

L'acqua d'impasto sarà conforme alle specifiche di cui al Paragrafo 15.4.1 di questo volume.

##### **9.2.2 Cemento**

Il cemento sarà ad levata resistenza iniziale classe 52.5 R e conforme alle specifiche di cui al Paragrafo 21.4.3 di questo volume.

##### **9.2.3 Inerti**

La qualità degli inerti dovrà essere conforme alle specifiche di cui al Paragrafo 15.4.2 di questo volume.

##### **9.2.4 Additivi**

Gli additivi dovranno essere conforme alle specifiche di cui al Paragrafo 15.4.4 di questo volume.

L'additivo superfluidificante sarà specificatamente formulato per ridurre il rapporto acqua/cemento e migliorare la pompabilità del calcestruzzo spruzzato.

Additivo accelerante di presa potrà essere a base di silicato o, in alternativa a base di alluminato e dovrà essere compatibile con il cemento impiegato e non essere nocivo alle armature e alla durabilità del calcestruzzo.

La scheda di sicurezza relativa agli additivi acceleranti dovrà essere redatta in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE 91/155.

#### 9.2.5 Fibre di Acciaio

Le fibre di acciaio dovranno essere realizzate con filo ottenuto per trafilatura a freddo di acciaio a basso contenuto di carbonio, del diametro di 0.5 mm circa, avente tensione di rottura per trazione non inferiore a 1.200 MPa e tensione di scostamento dalla proporzionalità avente non inferiore a 900 MPa ed allungamento minimo non superiore al 2.0%.

Le fibre dovranno essere lunghe tra 20 e 40 mm, rapporto di aspetto (L/D) compreso tra 50 e 80 ed avere le estremità sagomate ad uncino.

Per agevolare l'uniforme distribuzione delle fibre nell'impasto, le stesse dovranno essere confezionate in pacchetti di più fibre affiancate, tra loro unite con speciale collante rapidamente solubile nell'acqua d'impasto.

Le fibre dovranno essere immagazzinate in appositi contenitori e protette dall'umidità.

### Art. 9.3 Resistenza alla Compressione del Calcestruzzo

Il calcestruzzo spruzzato dovrà avere una resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione  $R_{ck} \geq 30$  Mpa per i lavori all'aperto e  $R_{ck} \geq 35$  Mpa per i lavori in sotterraneo.

Inoltre il calcestruzzo da applicare in sotterraneo dovrà presentare una resistenza media a compressione monoassiale dopo 48 ore dalla posa in opera, determinata su quattro campioni, non inferiore a 13 Mpa, e comunque compatibile con la necessità de ottenere un supporto rapido come disposto dalla Direzione Lavori.

### Art. 9.4 Composizione del Calcestruzzo

La composizione indicativa del calcestruzzo spruzzato sarà la seguente:

- Cemento ad elevata resistenza: in ragione di 450 550 kg/m<sup>3</sup> d'impasto;
- Sabbia: in ragione del 50-60% sul peso totale inerti;
- Graniglia e pietrischetto: in ragione del 40-50% sul peso totale inerti;
- Additivo superfluidificante: in ragione del 1-1,5% sul peso del cemento;
- Additivo accelerante: in ragione del 12-15% sul peso del cemento se a base di silicato o in ragione del 3-4 % sul peso del cemento se a base di alluminato.
- Acqua: in base a un rapporto acqua-cemento pari a 0.35-0.45;
- Fibre in acciaio: in base agli elaborati di progetto o alle istruzioni della Direzione Lavori.

La composizione definitiva del calcestruzzo spruzzato sarà determinata dall'Appaltatore mediante prove di laboratorio e di campo e quindi sottoposta alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Gli inerti del calcestruzzo spruzzato saranno rispondenti ai seguenti fusi granulometrici:

| Maglia UNI Standard | Percentuale Passante |          |
|---------------------|----------------------|----------|
|                     | Fuso "A"             | Fuso "B" |
| 20.00               | -----                | 100      |
| 12.50               | -----                | 80-95    |
| 10.00               | 100                  | 70-90    |

|      |       |       |
|------|-------|-------|
| 5.00 | 70-90 | 50-70 |
| 2.50 | 50-70 | 35-55 |
| 1.25 | 35-55 | 20-40 |
| 0.63 | 25-35 | 10-27 |
| 0.31 | 8-20  | 5-17  |
| 0.16 | 2-10  | 2-10  |

I fusi granulometrici degli inerti di cui sopra, saranno in funzione allo spessore del rivestimento da eseguire. Per i calcestruzzi spruzzati con spessore fino a 5 cm sarà prevalentemente utilizzato il fuso “A”, mentre per calcestruzzi con spessore oltre 5 cm sarà utilizzato prevalentemente il fuso “B”.

L'Appaltatore eseguirà, a sua cura e spese, le prove preliminari per determinare il dosaggio ottimo dei vari componenti della miscela.

#### Art. 9.5 Confezione

Il dosaggio dei componenti il calcestruzzo spruzzato dovrà essere fatto a peso in idonei impianti approvati dalla Direzione Lavori.

Qualora nel calcestruzzo siano presenti fibre in acciaio, queste dovranno essere incorporate nel conglomerato in fase di impasto, avendo cura che la loro immissione, effettuata direttamente con gli inerti, garantisca una dispersione omogenea con l'ulteriore miscelazione durante l'impasto.

#### Art. 9.6 Prove Preliminari

L'Appaltatore eseguirà, a sua cura e spese, prove preliminari in campo per determinare la resistenza a compressione monoassiale, utilizzando per l'applicazione i mezzi d'opera che saranno realmente disponibili in cantiere. I risultati delle prove saranno sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

Tali resistenze saranno determinate mediante:

- L'uso di appositi pannelli casserati, collocati su una parete inclinata di 10° - 20° tali da realizzare provini di conglomerato con rapporto altezza/diametro pari a  $h/d = 2$  ed altezza pari a 10 cm.
- La spruzzatura di calcestruzzo su pannelli per uno spessore minimo di 15 cm e prelevando direttamente dalla parete carote di conglomerato in opera sulle quali determinare il peso specifico e la resistenza a compressione monoassiale.

#### Art. 9.7 Preparazione del Fondo di Applicazione

Le superfici su cui verrà spruzzato il conglomerato cementizio dovranno essere pulite e libere da materiale instabile o non idoneo per ottenere una buona adesione.

Nel caso ci fossero venute d'acqua, l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro intercettazione e convogliamento ai drenaggi in modo tale che l'applicazione del calcestruzzo non avvenga in presenza d'acqua.

#### Art. 9.8 Applicazione

Il calcestruzzo spruzzato sarà applicato sulle superfici in roccia con spessori che in genere potranno variare da 3 a 25 cm.



Gli spessori saranno quelli indicati sui Disegni Esecutivi o approvati dalla Direzione Lavori in corso d'opera in funzione delle specifiche necessità di rivestimento.

Le macchine spruzzatrici da usare per l'applicazione della miscela potranno essere sia del tipo a via umida che del tipo a via secca.

La proiezione dovrà avvenire ad umido cioè con procedimento in cui la pompa spinge la miscela composta da aggregati, cemento, acqua senza accelerante, in sospensione in un getto d'aria compressa nel condotto, ovvero per mezzo di una pompa a pistoncini, mentre l'accelerante viene introdotto e mescolato nella lancia.

Il dosaggio dell'accelerante dovrà avvenire esclusivamente a mezzo di dosatori sincronizzati con la pompa e regolati con il flusso di miscela cementizia in modo da mantenere sempre costante il dosaggio di additivo.

La distanza fra la lancia e la superficie da trattare è funzione della velocità di uscita della miscela da proiettare; in generale questa distanza dovrà essere compresa tra 0,50 e 1,50 m.

Il calcestruzzo spruzzato sarà applicato in vari strati fino ad ottenere in tutti i punti del rivestimento lo spessore richiesto ed in modo tale che non si verifichino né distacchi né separazioni fra i vari strati. Solo personale specializzato nell'applicazione di conglomerato cementizio sarà autorizzato ad operare la lancia di spruzzatura.

Il numero di passate per ottenere lo spessore previsto sarà il più basso possibile in relazione alla tecnica di proiezione prevista e dal tipo di accelerante impiegato.

Il materiale che cadrà sul fondo di lavorazione per effetto del rimbalzo non potrà essere riutilizzato e sarà raccolto e trasportato alle discariche autorizzate prima che esso faccia presa.

Per eventuali vuoti conseguenti ad irregolarità della sezione di scavo, l'Appaltatore dovrà procedere riempiendo, a sua cura e spese, con calcestruzzo spruzzato, applicato anche a più strati ed armato con rete di acciaio elettrosaldata ove necessario.

Per assicurare un'applicazione uniforme e nel rispetto dello spessore richiesto, l'Appaltatore installerà sulle superfici da rivestire adeguati riferimenti che consentano all'operatore di interrompere la spruzzatura solo allorché lo spessore richiesto sia stato ottenuto in modo uniforme e totale.

La Direzione Lavori potrà richiedere la verifica dello spessore ove e quando lo ritiene opportuno. Per verificare lo spessore del calcestruzzo in opera, la Direzione Lavori potrà anche chiedere all'Appaltatore di praticare nel rivestimento fori a rotazione con estrazione di carote aventi diametro di 50 - 60 mm e profondità fino a circa 10 cm in roccia.

Questi fori di controllo saranno a carico dell'Appaltatore fino a una quantità pari a un foro ogni 10 m<sup>3</sup> di conglomerato cementizio spruzzato.

#### Art. 9.9 Superfici per Impermeabilizzazioni con Guaina in PVC

Le superfici a vista del conglomerato cementizio, sulle quali sarà applicata l'eventuale impermeabilizzazione composta da guaina in PVC, dovranno presentarsi regolari, prive di asperità e di ferri sporgenti.

Eventuali irregolarità, che a giudizio insindacabile della Direzione Lavori potrebbero danneggiare l'impermeabilizzazione, dovranno essere conguagliate a cura e spese dell'Appaltatore mediante apporto di conglomerato cementizio.

I ferri eventualmente sporgenti dal rivestimento dovranno essere accuratamente ripiegati e inglobati nel conglomerato oppure tagliati a raso.

Lo strato superficiale del conglomerato cementizio spruzzato, per uno spessore di 3 cm, dovrà essere applicato senza impiego di fibre d'acciaio allo scopo di evitare possibili danni alla soprastante guaina impermeabile in PVC.

#### Art. 9.10 Prove in Corso d'Opera

Durante l'esecuzione dei lavori saranno prelevati campioni di calcestruzzo in opera avente una stagionatura sufficiente per non subire danneggiamenti, da preparare e quindi sottomettere a prove di compressione monoassiale.

I campioni saranno ottenuti mediante sonda a rotazione provvista di carotiere che permetta l'estrazione di campioni con diametro non inferiore a 100 mm e profondità tale da attraversare lo spessore del calcestruzzo ed entrare 10 cm circa in roccia.

I campioni saranno adeguatamente preparati in laboratorio e quindi sottoposti a prove di compressione.

La resistenza a compressione del calcestruzzo spruzzato sarà considerato accettabile qualora entrambi i seguenti requisiti saranno raggiunti:

- a) La media di tutte le serie di tre prove (prove su 3 campioni) a compressione eseguite consecutivamente raggiunge il 95% o supera la resistenza specificata;
- b) Nessuna prova (prova su 3 campioni) a compressione risulta inferiore al 20% della resistenza specificata.

Qualora la resistenza del calcestruzzo spruzzato in opera non fosse accettabile, la Direzione Lavori potrà richiedere l'applicazione di strati aggiuntivi o il rinforzo del materiale difettoso con altri materiali a totale costo dell'Appaltatore.

#### Art. 9.11 Controlli di Quantità sulle Fibre in Acciaio

In corso d'opera dovrà essere controllata la quantità di fibra immessa nell'impasto di calcestruzzo mediante prelievi da effettuare allo scarico della betoniera.

La frequenza dei controlli dovrà essere di almeno un prelievo ogni 50 mc di conglomerato e comunque uno per ogni giorno di getto.

I prelievi saranno composti da tre campioni aventi un volume predeterminato da cui estrarre le fibre rapportandone il peso effettivo a quello teorico.

Il contenuto di fibre nella miscela dovrà essere determinato dalla media dei valori ricavati sui tre campioni, mediante separazione per lavaggio.

Nel caso si verifichi uno scostamento medio rispetto al quantitativo teorico in meno, non superiore al 10%, verrà applicata la penale che fisserà la Direzione Lavori; qualora lo scostamento fosse superiore al 10% il conglomerato di tutta l'autobetoniera sarà considerato come se fosse privo di rinforzo.

#### Art. 9.12 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 9.12.1 Premessa

Il calcestruzzo spruzzato sarà valutato con due prezzi separati e cioè il calcestruzzo spruzzato senza fibre di acciaio e le eventuali fibre di acciaio per il rinforzo del calcestruzzo.

##### 9.12.2 Calcestruzzo Spruzzato

a. Misurazione

Il calcestruzzo spruzzato sarà contabilizzato in base all'area effettivamente trattata approvata dalla Direzione Lavori.

b. Valutazione dei Lavori

Il calcestruzzo spruzzato sarà valutato in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato e per gli spessori minimi specificati nell'Elenco Prezzi.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte con esclusione delle fibre di acciaio, e comprende in particolare: la fornitura di tutti i materiali, il confezionamento, il trasporto, la preparazione delle superfici, la posa dei riferimenti per rispettare lo spessore di rivestimento, la spruzzatura, i maggiori oneri per l'eventuale presenza di fibre in acciaio, i sovrasspessori, lo sfido di applicazione; le prove preliminari, il prelievo dei campioni, le prove in corso d'opera, i riferimenti per rispettare gli spessori, i fori di controllo per verificare lo spessore applicato e gli eventuali ponteggi ed impalcati per qualsiasi altezza.

9.12.3 Fibre di Acciaio

a. Misurazione

Le fibre di acciaio saranno contabilizzate in base al peso determinato in base volume del calcestruzzo ed il dosaggio delle fibre per metro cubo d'impasto approvato dalla Direzione Lavori. Il volume sarà ottenuto moltiplicando l'area misurata come specificato nel paragrafo precedente per gli spessori specificati nell'Elenco Prezzi.

b. Valutazione dei Lavori

Le fibre di acciaio saranno valutate in base al prezzo d'Elenco per chilogrammo.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte e comprende in particolare: la fornitura, la confezione, la spruzzatura, gli sfidi di lavorazione ed i sovrasspessori.

## **Art. 10 RETE ELETTROSALDATA**

### Art. 10.1 Materiale

La rete elettrosaldata impiegata per il rinforzo del calcestruzzo spruzzato o la protezione delle superfici di scavo, sarà composta da barre di acciaio del tipo B450C, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 18 mm, con distanza assiale non superiore a 25 cm.

Le barre d'acciaio saranno saldate elettricamente in tutti i punti d'incrocio delle singole maglie e la saldatura dovrà essere effettuata in modo che venga stabilita una continuità di struttura dei due fili e la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra un quarto ed un mezzo del diametro del filo.

La rete sarà inoltre conforme alle prescrizioni riportate nel D.M. 14 febbraio 1992 e dalla UNI 8927 e successive revisioni o sostituzioni.

### Art. 10.2 Posa in Opera

La maglia e il diametro dei fili della rete da posare saranno indicati sui Disegni Esecutivi o definiti dalla Direzione Lavori in funzione del rinforzo da realizzare.

La rete posata per il rinforzo del calcestruzzo spruzzato o a protezione delle superfici di scavo, sarà fissata ai bulloni da roccia presenti ed a piccole barre iniettate aventi un diametro e profondità minimi di 8 mm e 30 cm rispettivamente in modo tale che ci sia almeno un ancoraggio ogni metro quadrato di rete.

Ove la geometria dello scavo lo consentisse, le reti elettrosaldate potranno essere opportunamente pre-sagomate ed opportunamente ancorate alle centine metalliche.

La rete, prima della posa, dovrà essere priva di ruggine intensa, di vernici, di oli e di altri materiali estranei che ne possano pregiudicare la buona aderenza con il calcestruzzo.

I pannelli di rete saranno tagliati ove necessario per adeguarli alle reali superfici della roccia e quindi posati sovrapponendoli per almeno una maglia.

La distanza fra l'armatura e la parete da rivestire dovrà essere rigorosamente compresa fra 2 e 5 centimetri.

In caso che il rinforzo del calcestruzzo spruzzato sia costituito da due strati di rete, gli strati saranno posti in opera con opportuni distanziatori o in due fasi successive come definito in corso d'opera.

Le sovrapposizioni dei pannelli saranno legate con un giro di filo di ferro avente un diametro minimo di 1 mm ogni 30 cm circa.

### Art. 10.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 10.3.1 Misurazione

La rete elettrosaldata sarà contabilizzata in base al peso stabilito in base al tipo di rete ed all'area da rinforzare approvati dalla Direzione Lavori.

Le sovrapposizioni della rete saranno incluse nel peso mentre le legature saranno escluse.

#### 10.3.2 Valutazione dei Lavori

La rete elettrosaldata sarà valutata in base al prezzo d'Elenco per chilogrammo.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprende in particolare: la fornitura, la posa in opera; le barrette di ancoraggio, i distanziatori, le legature ed i ponteggi ed impalcati a qualsiasi altezza.

## **CAPO V – TIRANTI**

### **Art. 11 TIRANTI A TREFOLI**

#### Art. 11.1 Tipo di Tiranti

I tiranti da installare saranno del tipo permanente e pertanto dovranno essere progettati ed assemblati con tutti gli accorgimenti al fine di assicurare un impiego assai prolungato nel tempo.

#### Art. 11.2 Composizione dei Tiranti

##### 11.2.1 Generalità

I tiranti saranno composti principalmente da un ancoraggio nella roccia, da un ancoraggio esterno e da un tratto attivo posto fra i due ancoraggi.

##### 11.2.2 Ancoraggio in Roccia

L'ancoraggio in roccia, detto anche bulbo, sarà composto da trefoli di acciaio protetti da guaine in materiale sintetico, dielettriche ed impermeabili, aventi forme grecate sufficientemente robuste e tali da subire e trasmettere gli sforzi di trazione dell'acciaio al cemento di iniezione e quindi al terreno.

A seconda del tipo di iniezione prevista, il bulbo potrà essere dotato di tubi normali o a valvole.

La lunghezza dell'ancoraggio sarà stabilita in funzione della natura del terreno, del tiro di progetto stabilito per il tirante e dai risultati di prove preliminari di sfilamento che saranno eseguite nel numero stabilito dalla Direzione Lavori.

##### 11.2.3 Ancoraggio Esterno

L'ancoraggio esterno, detto anche testa del tirante, sarà composto da una piastra metallica e da dispositivi di bloccaggio dei singoli trefoli mediante chiavette e sedi di acciaio.

La piastra metallica avrà lo scopo di ripartire gli sforzi esercitati dal tirante sul conglomerato cementizio di base.

##### 11.2.4 Tratto Attivo

Il tratto attivo sarà composto da un fascio di trefoli di diametro e numero variabile in funzione delle tensioni da applicare. Ogni trefolo sarà protetto da una guaina individuale ed tutti i trefoli saranno protetti con un'altra guaina al fine di preservare l'acciaio e permettere il libero scorrimento dei trefoli durante il tensionamento.

Ciascun trefolo, prima dell'introduzione nella guaina sarà ricoperto di adeguato materiale anticorrosivo (resina fluida, o grasso speciale) in modo da poter scorrere nella guaina di protezione senza che si verifichino interferenze ed attriti durante le operazioni di tensionamento.

#### Art. 11.3 Disegni e Dati Tecnici

Almeno 30 giorni prima di installare tiranti per le opere permanenti, l'Appaltatore dovrà preparare e sottoporre alla Direzione Lavori per l'approvazione i dettagli tecnici relativi ad ogni unità avente differente capacità di esercizio.

Detti dettagli tecnici illustreranno la disposizione dei trefoli di acciaio, la forma e la lunghezza dell'ancoraggio nella roccia, i dispositivi e le miscele per l'iniezione, la guaina di protezione, i

prodotti protettivi anticorrosione, la piastra di distribuzione, i dispositivi di bloccaggio, gli anelli centratori e loro interasse, la protezione della testa, nonché i metodi che l'Appaltatore intende adottare in merito all'assemblaggio, trasporto ed installazione dei tiranti.

L'Appaltatore sottoporrà altresì alla Direzione Lavori i dati ed i calcoli inerenti alle resistenze alla trazione, i previsti allungamenti durante le operazioni di tensionamento, le grandezze di tutte quelle perdite di carico che devono essere considerate nelle operazioni di tensionamento.

#### Art. 11.4 Materiali

##### 11.4.1 Trefoli

I tiranti saranno fabbricati con trefoli di acciaio conforme con la qualità specificata nell'Art. 27.2 per i calcestruzzi prefabbricati e precompressi del presente volume.

Non sono ammesse saldature o giunzioni nei trefoli o nei fili componenti i trefoli.

##### 11.4.2 Piastra di Ripartizione e Dispositivi di Bloccaggio

La piastra di ripartizione dovrà essere dimensionata in modo tale da trasmettere e distribuire il tiro massimo che può essere applicato al tirante senza che si verifichino deformazioni o cedimenti.

I dispositivi di bloccaggio saranno costituiti da uno o più blocchi di appoggio in acciaio e di chiavette tronco-coniche costruite in modo da permettere di tensionare e ritensionare il tirante senza che si verifichino danni ai fili dei trefoli.

##### 11.4.3 Guaina e Protezione Anticorrosiva dei Trefoli

La guaina di protezione dei trefoli nel tratto libero attivo sarà costituita da tubi semirigidi di polietilene aventi uno spessore minimo di 2 mm per le guaine di ogni trefolo e di 3 mm per la guaina di tutti i trefoli. Le guaine non potranno avere giunzioni.

Il prodotto anticorrosivo potrà essere sia una resina in miscela plastica sia un grasso speciale anticorrosivo che non subisca alterazioni nel tempo.

##### 11.4.4 Conservazione dei Materiali

I vari componenti dei tiranti saranno spediti ai luoghi d'impiego, immagazzinati e maneggiati in modo appropriato al fine di prevenire menomazioni ed anche alterazioni che possono essere causate dall'umidità.

I materiali che mostrassero segni di non perfetta conservazione non potranno essere impiegati nella formazione dei tiranti. Inoltre ogni tirante sarà ispezionato prima di essere introdotto nel foro per verificare che sia stato costruito in base alle specifiche e che non abbia subito danneggiamenti durante il trasporto.

#### Art. 11.5 Prove sui Materiali

##### 11.5.1 Prove sui Trefoli dei Tiranti

Ogni bobina di trefolo sarà accompagnata da un certificato di origine riportante, le prove ed analisi eseguite, l'indicazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche risultanti dalle analisi ed i diagrammi sforzi-deformazioni.

I trefoli che non risultassero conformi con le prescrizioni, non potranno essere impiegati nella costruzione dei tiranti.

### 11.5.2 Prove su Altri Componenti dei Tiranti

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori i risultati delle prove eseguite, secondo le leggi e le norme vigenti, sui seguenti materiali: piastra di ripartizione, guaine di protezione, protezioni anticorrosive ed altri accessori che compongono i tiranti.

### 11.5.3 Prove sulle Miscele Cementizie

Le miscele cementizie che saranno impiegate nelle iniezioni dei tiranti saranno proposte dall'Appaltatore e dovranno essere oggetto di prove preliminari di laboratorio per stabilire resistenza, fluidità, tempi di presa, densità, velocità di sedimentazione ed altre caratteristiche.

Il cemento che verrà usato nel confezionamento delle miscele d'iniezione sarà della classe 42,5 N e conforme alle prescrizioni del Paragrafo 21.4.3 del presente volume.

La miscela cementizia sarà addizionata con prodotto espansivo e con opportuno fluidificante antiritiro e dovrà circolare facilmente anche con rapporto acqua-cemento pari a 0.45.

Gli additivi che verranno impiegati dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

## Art. 11.6 Perforazione e Posa in Opera dei Tiranti

### 11.6.1 Perforazione

La perforazione per i tiranti sarà eseguita come specificato nell'Articolo 45 di questo volume.

### 11.6.2 Introduzione dei Tiranti nei Fori

I tiranti dovranno essere infilati nel foro fino alla loro massima profondità.

La lunghezza del tirante dovrà tenere conto della sporgenza dei trefoli rispetto alla piastra di ripartizione esterna, per consentire il tensionamento mediante martinetto idraulico.

I tiranti, nel tratto del bulbo, dovranno essere assolutamente privi di grasso ed ogni altro materiale che possa impedire o ridurre l'aderenza con la miscela di cementazione.

Particolare cura dovrà essere osservata durante la posa dei cavi, onde evitare piegamenti pericolosi ai trefoli, danni alle guaine e trascinamento di materiali estranei nel foro.

### 11.6.3 Iniezione

Entro 48 ore dall'introduzione nel foro, ogni tirante sarà iniettato a completa saturazione, procedendo in modo da espellere l'acqua e l'aria presenti nel foro.

I metodi d'iniezione e le pressioni da adottare dovranno essere determinati dall'Appaltatore considerando il tipo di tirante, le stratificazioni della roccia, la copertura di materiale e l'inclinazione del tirante e saranno preventivamente sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

### 11.6.4 Tesatura

L'Appaltatore dovrà usare una apparecchiatura che permetta di eseguire la tesatura dei tiranti operando contemporaneamente su 1/2 dei trefoli componenti il tirante o almeno su trefoli disposti simmetricamente.

La tesatura dei tiranti non potrà iniziare prima che la miscela usata per la cementazione dell'ancoraggio abbia raggiunto la resistenza stabilita mediante prove di laboratorio.

Il tiro massimo iniziale di ogni trefolo sarà pari al 50% il tiro di servizio, mentre il tiro di bloccaggio non supererà del 15% il tiro di esercizio.

Il programma di tiro sarà regolato in base a fasi di carico progressivo avendo cura di eseguire su un serie di tiranti contigui le stesse sequenze di tiro. L'andamento degli allungamenti effettivi (max, medio, min) dei trefoli sotto tiro sarà registrato e sottoposto alla Direzione Lavori durante il lavoro di tensionamento.

Qualora la differenza tra l'allungamento corrispondente al carico applicato e letto al manometro e l'allungamento teorico sia tale che risulti evidente un cedimento del tirante, le operazioni di tensionamento dovranno essere sospese fino a nuova disposizione della Direzione Lavori la quale potrà sia richiedere opportuni rinforzi dell'ancoraggio sia non accettare il tirante.

Controlli delle perdite di carico e relativi ritensionamenti dei tiranti saranno eseguiti dopo almeno 15 giorni dal primo tensionamento, ove e se richiesti dalla Direzione Lavori.

Tutti i manometri ed i dinamometri saranno tarati dal fabbricante prima di essere inviati in cantiere.

L'Appaltatore dovrà tenere in cantiere, a disposizione della Direzione Lavori, un manometro campione con certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

#### 11.6.5 Taglio dei Trefoli e Protezione Esterna

A tensionamento ultimato, i trefoli saranno tagliati o piegati come previsto nei dettagli esecutivi. Il taglio dei trefoli non potrà essere eseguito con fiamma ossidrica.

La protezione esterna dei tiranti (protezione della testa) sarà eseguita come indicato sui Disegni Esecutivi.

#### 11.6.6 Registrazione delle Operazioni di Tesatura

L'Appaltatore provvederà a tenere un rapporto tecnico inerente a tutte le operazioni effettuate per l'esecuzione di ogni singolo tirante. In particolare, il rapporto includerà le operazioni di perforazione, la posa in opera, l'iniezione, la tesatura, ed ogni altro dato richiesto dalla Direzione Lavori. Una copia di tale rapporto sarà consegnata alla Direzione Lavori al termine dell'installazione di ogni tirante.

Lo stampato del rapporto sarà preparato dall'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori e sottoposto alla Direzione Lavori per l'approvazione.

### Art. 11.7 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 11.7.1 Premessa

I tiranti saranno contabilizzati con i seguenti tre prezzi:

- La perforazione;
- La fornitura e posa in opera dei tiranti con esclusione della testata d'ancoraggio;
- La testata di ancoraggio.

#### 11.7.2 Perforazione

La perforazione sarà contabilizzata come specificato nell'Articolo 45 di questo volume.



### 11.7.3 Fornitura e Posa in Opera dei Tiranti

#### a. Misurazione

La fornitura e posa in opera dei tiranti (tiranti con esclusione della perforazione e della testata d'ancoraggio) saranno contabilizzati in base alla lunghezza approvata dalla Direzione Lavori.

La lunghezza dei tiranti utilizzati per le prove preliminari ed in corso d'opera sarà computata per il pagamento. Tuttavia gli eventuali tiranti che durante prove in corso d'opera avessero rivelato difetti esecutivi e gli eventuali tiranti addizionali richiesti dalla Direzione Lavori nell'area degli eventuali tiranti risultati difettosi, non saranno computati per il pagamento.

#### b. Valutazione dei Lavori

La fornitura e posa in opera dei tiranti saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprendono in particolare: la fornitura dei materiali, l'iniezione, il tensionamento, gli oneri addizionali per le prove preliminari ed in corso d'opera, l'impiego di eventuali ponteggi o impalcati ed il ritensionamento di controllo ove necessario o richiesto dalla Direzione Lavori.

### 11.7.4 Testate d'Ancoraggio

#### a. Misurazione

Le testate d'ancoraggio saranno contabilizzate in base al numero effettivamente installato approvato dalla Direzione Lavori.

Le testate d'ancoraggio dei tiranti utilizzate per le prove preliminari ed in corso d'opera saranno computate per il pagamento. Tuttavia le testate per i tiranti che durante prove in corso d'opera avessero rivelato difetti esecutivi e le testate d'ancoraggio per eventuali tiranti addizionali richiesti dalla Direzione Lavori nell'area di tiranti risultati difettosi, non saranno computati per il pagamento.

#### b. Valutazione dei Lavori

La fornitura e posa in opera delle testate d'ancoraggio saranno valutate in base ai prezzi d'Elenco per ogni elemento installato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprendono in particolare: la fornitura dei materiali, la posa in opera e l'impiego di eventuali ponteggi o impalcati.

## **CAPO VI – RILEVATI E RIEMPIMENTI**

### **Art. 12 RILEVATI COMPATTATI**

#### Art. 12.1 Qualità dei Materiali

Per l'esecuzione di rilevati, dovranno essere impiegate terreni dei gruppi A.1 A.2-4, A.2-5, A.2-6, A.2-7, A.3.

Resta comunque tassativamente vietato l'impiego di terre argillose, organiche e, in generale, di quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono o si gonfiano generando cedimenti o spinte.

La terra da impiegare per i rilevati dovrà essere priva da erbe, radici e da qualsiasi altra materia indesiderata.

#### Art. 12.2 Provenienza dei Materiali

##### 12.2.1 Materiali di Scavo

Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi in quanto disponibili ed adatte a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

Potranno altresì essere utilizzati nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti dalla demolizione di murature purché adeguatamente frantumate ed egualmente ritenute idonee previa la cernita e la separazione dei materiali utilizzabili.

##### 12.2.2 Materiali di Cave di Prestito

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di scavo, e per le strade da eseguire totalmente in rilevato, l'Appaltatore provvederà alle materie occorrenti scavandole e prelevandole da cave di prestito atte a fornire materiali riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori.

Le cave potranno essere aperte dovunque l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, subordinatamente soltanto alla accennata idoneità delle materie da portare in rilevato ed al rispetto delle vigenti disposizioni di Legge in materia di polizia mineraria e forestale, nonché stradale, nei riguardi delle eventuali distanze di escavazione lateralmente alla costruenda strada.

Tuttavia si prescrive che, il prelevamento di materie da cave di prestito e quindi l'apertura delle stesse dovrà essere sempre autorizzata per iscritto dalla Direzione Lavori, dopo che sia stata accertata la necessità di ricorrervi per mancanza od esaurimento o non idoneità di materie prelevabili o provenienti dagli scavi.

Pertanto non potranno essere autorizzate aperture di cave di prestito fintanto che non siano state esaurite in questi tratti, per la formazione di rilevati, tutte le disponibilità di materiali utili provenienti dagli scavi.

Resta stabilito che l'Appaltatore non potrà pretendere sovrapprezzi né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti da cave di prestito, qualora, pur essendovi disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, esso ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti per lunghezza non convenienti, di ricorrere anche nei suddetti tratti a cave di prestito, o comunque a prelevamento di materie di cave di prestito senza avere richiesta ed ottenuta l'autorizzazione dalla Direzione Lavori.

### 12.2.3 Coltivazione delle Cave

L'Appaltatore, prima di dare inizio allo sfruttamento di ogni cava, dovrà presentare alla Direzione Lavori un rapporto contenente sia le investigazioni eseguite al fine di accertare la qualità dei materiali sia le modalità esecutive previste per la sua coltivazione.

Le cave dovranno essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto ad scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'Appaltatore, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza .

Eventuali cave di prestito, che siano scavate lateralmente alla strada, dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte delle opere permanenti, ne comunque danneggiare opere pubbliche o private.

### 12.2.4 Dimensione Massima degli Elementi Rocciosi

Gli elementi rocciosi presenti nei terrapieni non potranno avere la dimensione massima superiore al 75% dello strato previsto per la compattazione.

Qualora nel materiale che costituisce il rilevato siano incluse pietre ed frammenti di roccia, questi dovranno risultare ben distribuite nell'insieme degli strati.

Inoltre si prescrive che nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto della sovrastruttura e per uno spessore minimo di 30 cm, tali pietre e/o frammenti di roccia non dovranno avere dimensioni superiori a cm 10.

## Art. 12.3 Preparazione e Compattazione del Piano di Posa

Il piano di posa sul quale dovranno essere impiantati i rilevati che formano il corpo stradale od opere consimili, potrebbe essere costituito da terreno naturale o da terreno precedentemente scavato.

Il piano di posa di rilevati da costruire su terreno naturale, sarà preparato e compattato come segue:

a) Scoticismo fino ad una profondità di almeno cm 20, ma comunque indicata dalla Direzione Lavori in base alle reali condizioni del fondo, espurgando previamente il piano da qualsiasi materia eterogenea (incluso il taglio degli alberi e dei cespugli e l'estirpazione di ceppaie) e trasportando fuori dalla sede del lavoro le materie di rifiuto.

b) Scarifica, umidificazione od essiccazione qualora siano necessarie, e successiva compattazione fino ad ottenere una densità non minore del 95% di quella massima determinata con la prova AASTHO modificata ed un valore del modulo di compressibilità Me non minore di 50 N/mmq, per una profondità di almeno 30 cm.

c) Il riempimento dello scavo con terreni provenienti dagli scavi o da cave di prestito appartenenti ai gruppi A.1 A.2-4, A.2-5, A.2-6, A.2-7, A.3 compreso la loro umidificazione come specificato nell'Articolo 18.6 e compattazione fino a raggiungere la densità specificata nell'Articolo 18.7 di questo volume.

Il piano di posa di rilevati da costruire su terreno precedentemente scavato, sarà preparato e compattato semplicemente come specificato nel punto b) precedente.

La base di rilevati, se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale al 15 %, dovrà essere preparata a gradoni alti circa cm 50, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

#### Art. 12.4 Posa in Opera

I rilevati su tratti di sede stradale esistente dovranno effettuarsi con la massima cura in modo da non provocare l'interruzione al traffico procedendo gradualmente e provvedendo nel contempo a creare opportuni raccordi con il piano viabile esistente curando la regolare stesa e costipamento delle materie di riporto.

I rilevati dovranno rispettare le linee e le pendenze indicate sui Disegni di Progetto o richieste dalla Direzione Lavori. Linee e pendenze potranno subire variazioni in corso d'opera anche in funzione delle specifiche condizioni incontrate durante la costruzione. Tali variazioni non daranno all'Appaltatore alcun diritto a pretendere compensi addizionali ai prezzi contrattuali.

La posa in opera dovrà avvenire stendendo le terre a strati pressoché orizzontali e regolari, dello spessore che sarà stabilito dalla Direzione Lavori, in base alle caratteristiche dei materiali e che, comunque, non potrà essere superiore a 30 cm per terreni coerenti e di 60 cm per terreni incoerenti.

Gli strati potranno avere superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, se considerato utile al fine da evitare ristagni di acqua.

Le operazioni di posa saranno tali che i materiali impiegati per i rilevati risultino mescolati tra loro in misura sufficiente a garantire il più alto grado possibile di compattazione e stabilità.

La posa in opera dei materiali per riempimenti sarà in generale eseguita come specificato precedentemente per i rilevati con le seguenti particolari prescrizioni:

- a) I riempimenti a ridosso di strutture (piedritti, muri d'ala, muri andatori ed opere similari) potranno essere eseguiti solamente dopo che i conglomerati cementizi abbiano raggiunto una stagionatura sufficiente a sostenere il carico previsto.
- b) Durante la posa in opera degli strati adiacenti ad opere murarie dovranno essere impiegati tutti gli accorgimenti necessari al fine da caricare uniformemente le strutture ed evitare possibili sfiancature o deformazioni; in particolare non potranno essere scaricati i materiali da autocarro ribaltabile direttamente a ridosso dei manufatti.
- c) Gli strati prima della compattazione non potranno essere superiori a 20 cm per terreni coerenti e a 30 cm per terreni incoerenti.

#### Art. 12.5 Sospensione dei Lavori di Costruzione

Qualora debba essere sospesa la costruzione di un rilevato o parte di esso per un tempo abbastanza significativo, qualunque sia la causa, l'Appaltatore dovrà dare una configurazione agli stati superficiali tale da assicurare lo scolo delle acque piovane.

Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere spurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché scarificato e ricompattato, praticandovi anche dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate se richiesto dalla Direzione Lavori.

#### Art. 12.6 Umidificazione

Prima e durante la compattazione il materiale dei rilevati dovrà avere, quando necessario, il contenuto ottimo di umidità richiesto per la maggiore compattazione, come stabilito dalle prove di laboratorio, e il contenuto di umidità dovrà essere uniforme in ogni strato.

Il materiale per i rilevati potrà essere inumidito sia nel luogo di scavo che nel luogo di compattazione se necessario a convenienza dell'Appaltatore.

Il grado di umidità del materiale sarà controllato immediatamente prima della compattazione. Qualora il contenuto di umidità risultasse inferiore o superiore a quello ottimo per la compattazione, le operazioni di compattazione non potranno procedere e l'Appaltatore dovrà procedere a trattare il materiale al fine di ottenere l'umidità stabilita come ottima.

I trattamenti per raggiungere il livello ottimale di umidità consisteranno nell'aggiunta di acqua al terreno mediante autobotti provviste di barra spruzzatrice o altri mezzi simili e nella lavorazione del terreno con aratri, erpici e mezzi simili che possano facilitare la perdita di umidità.

Nel caso che venga aggiunta acqua sullo strato prima della compattazione, l'Appaltatore provvederà a omogeneizzare l'umidità del terreno con una passata di livellatrice (motorgrader) provvista di barra scarificatrice.

Qualunque attività eseguita al fine di inumidire o di asciugare i materiali non daranno all'Appaltatore alcun diritto a compensi addizionali ai prezzi contrattuali dei rilevati.

#### Art. 12.7 Compattazione

Per la formazione dei rilevati compattati, ogni strato di terreno posato sarà trattato con idonei mezzi meccanici fino a raggiungere una densità non inferiore al 95% della densità massima determinata con la prova AASTHO modificata prima di essere ricoperto con lo strato successivo.

La compattazione di ogni strato procederà in modo sistematico, ordinato e continuo, al fine di garantire una copertura uniforme da parte dei costipatori. La compattazione dovrà essere effettuata con passate parallele alla direzione del riempimento e con sovrapposizione di almeno 30 cm.

La compattazione dovrà essere eseguita mediante rulli vibranti aventi un peso minimo di 25 kg per centimetro di asse tamburo compattante.

I rulli vibranti dovranno avere il tamburo compattante liscio se impiegati per materiali grossi di natura lapidea ed il tamburo compattante provvisto di piedi di pecora se impiegati per terre di natura argillosa prive di materiali grossi.

La compattazione dei riempimenti sarà in generale eseguita come specificato precedentemente per i rilevati con le seguenti particolari prescrizioni:

a) La compattazione dovrà raggiungere una densità non inferiore al 90% della densità massima determinata con la prova AASTHO modificata prima di essere ricoperto con lo strato successivo.

b) Per la compattazione dovranno essere impiegati anche piccoli rulli vibranti, piastre vibranti e pestelli azionati ad aria compressa o con motore a scoppio e mezzi simili.

#### Art. 12.8 Profilatura e Rivestimento delle Scarpate

Durante la formazione del rilevato l'Appaltatore dovrà eseguire la profilatura delle scarpate, delle banchine e dei cigli e ricavare nella piattaforma il cassonetto di dimensione idonea a ricevere l'ossatura di sottofondo e la massicciata.

Per il rivestimento delle scarpate dovranno essere impiegate terre vegetali con gli spessori di progetto o indicati dalla Direzione Lavori.

#### Art. 12.9 Fossi di Guardia

In corso di lavoro l'Appaltatore dovrà curare l'apertura di fossati di guardia scolanti a monte, anche provvisori, affinché le acque piovane non possano addossarsi alla base del rilevato in costruzione.

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

#### Art. 12.10 Maggiori Dimensioni

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché al tempo del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

#### Art. 12.11 Protezione e Manutenzione

L'Appaltatore dovrà proteggere e mantenere i rilevati in condizioni soddisfacenti durante e dopo la costruzione, fino al collaudo ed accettazione delle opere.

#### Art. 12.12 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 12.12.1 Preparazione del Piano di Posa dei Rilevati

###### a. Misurazione

La preparazione del piano di posa dei rilevati sarà contabilizzata in base all'area trattata approvata dalla Direzione Lavori.

###### b. Valutazione dei Lavori

La preparazione del piano di posa dei rilevati sarà valutata in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprendono in particolare: lo scavo di scorticamento, il taglio degli alberi e dei cespugli, l'estirpazione di ceppaie, il trasporto a rifiuto del materiale di risulta, la scarificazione, l'umidificazione o essiccamento del fondo ove necessario, la fornitura, umidificazione e compattazione dei materiali di riempimento e le prove sia di laboratorio che in campo.

Il rivestimento delle scarpate dei rilevati con terre vegetali sarà contabilizzato separatamente in base alle specifiche dell'Articolo 65.1 di questo volume.

##### 12.12.2 Compattazione del Piano di Posa dei Rilevati

###### a. Misurazione

La compattazione del piano di posa dei rilevati sarà contabilizzata in base all'area trattata approvata dalla Direzione Lavori.

###### b. Valutazione dei Lavori

La compattazione del piano di posa dei rilevati sarà valutata in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprende in particolare: la scarificazione ove richiesta, l'umidificazione o essiccamento del fondo ove necessario, la compattazione e le prove sia di laboratorio che in campo.

#### 12.12.3 Fornitura di Materiali per Rilevati Provenienti da Cave

##### a. Misurazione

La fornitura di materiali per rilevati provenienti da cave sarà contabilizzata in base al volume compattato in opera approvato dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

La fornitura di materiali per rilevati provenienti da cave sarà valutata in base ai prezzi d'Elenco per metro cubo.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprendono in particolare: la cavatura, il carico, il trasporto fino a una distanza di 5 km dal luogo di cavatura, le indagini e prove di laboratorio per stabilire l'idoneità dei materiali.

Il trasporto con autocarro a una distanza superiore a 5 km (distanza riferita al solo viaggio di andata) sarà compensato con un sovrapprezzo per ogni metro cubo di rilevato compattato e per ogni chilometro.

#### 12.12.4 Sistemazione in Rilevato di Materiali Idonei

##### a. Misurazione

La sistemazione in rilevato di materiali idonei sarà contabilizzata in base al volume compattato in opera approvato dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

La sistemazione in rilevato di materiali idonei sarà valutata in base ai prezzi d'Elenco per metro cubo.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprendono in particolare: la posa in opera a strati, l'umidificazione o essiccazione, la compattazione, le sagomature e profilature necessarie, le maggiori dimensioni per compensare gli assestamenti, la protezione e manutenzione, le prove sia di laboratorio che in campo.

## **Art. 13 RILEVATI E RIEMPIMENTI NON COMPATTATI**

### Art. 13.1 Impiego

I rilevati e riempimenti non compattati saranno posati senza requisiti particolari per l'esecuzione di cavi e pre-cariche nonché per la sistemazione a deposito permanente di materiali di scavo o materiali provenienti da eventuali demolizioni.

### Art. 13.2 Qualità dei Materiali

I materiali per i terrapieni e riempimenti potranno essere di ogni categoria con esclusione solo quelli appartenenti ai gruppi A7 ed A8.

### Art. 13.3 Provenienza dei Materiali

I materiali potranno provenire sia da scavi che da cave di prestito il cui strato di scorticamento sia stato preventivamente eliminato.

Tuttavia elementi non idonei (elementi aventi dimensioni eccessive, terreno con ceppi ed altre parti vegetali ecc.) non potranno essere presenti nei terrapieni e riempimenti. Qualora questi elementi non idonei fossero presenti, essi dovranno essere allontanati e trasportati alle discariche autorizzate prima di essere coperti con nuovi strati.

### Art. 13.4 Posa in Opera

I terrapieni e riempimenti dovranno essere posati nel rispetto delle linee e pendenze indicate sui Disegni di Progetto o richieste dalla Direzione Lavori.

La posa in opera dovrà avvenire stendendo le terre eseguita per strati pressoché orizzontali e regolari, dello spessore che sarà stabilito dalla Direzione Lavori, in base alle caratteristiche dei materiali e che potrebbe essere compresa tra 50 e 80 cm per rilevati e tra 30 e 50 cm per riempimenti.

La compattazione sarà semplicemente quella effettuata dai mezzi d'opera impiegati per il trasporto e la stesa.

Ove richiesto le scarpate ed i cigli dei terrapieni dovranno essere rispettivamente configurate e profilati in base agli elaborati di progetto o le istruzioni impartite dalla Direzione lavori.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai terrapieni ed ai riempimenti, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al tempo del collaudo essi abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

### Art. 13.5 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### a. Misurazione

La sistemazione di terreni per terrapieni ed i riempimenti sarà contabilizzata in base al volume in opera approvato dalla Direzione Lavori.

#### b. Valutazione dei Lavori

La sistemazione di terreni per terrapieni ed i riempimenti sarà valutata in base ai prezzi d'Elenco per metro cubo.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprendono in particolare: il trasporto, la posa e le maggiori dimensioni per compensare gli assestamenti nonché la configurazione delle scarpate e la profilatura dei cigli ove richieste.

## **Art. 14 MANUFATTI IN TERRA RINFORZATA/ARMATA**

### Art. 14.1 Costituzione dei Manufatti in Terra Rinforzata/Armata

I manufatti (muri verdi) in terra rinforzata saranno essenzialmente costituiti da:

- rilevato compattato inglobante le armature ad aderenza migliorata;
- armature ad aderenza migliorata incorporate negli strati del rilevato;
- geotessili incorporati negli strati del rilevato con funzione di idroconduttore;



- pannelli in rete elettrosaldata posti lungo il paramento inclinato;
  - biostuoia posta a contatto con la rete elettrosaldata;
  - terreno vegetale posto tra la biostuoia e gli strati del rilevato;
  - idrosemina del terreno vegetale e piantumazione con specie arbustive;
  - embrici metalliche per smaltimento acqua piovana lungo il paramento inclinato;
  - ovvero pannelli in calcestruzzo rivestiti in pietrame. In particolare:
- a) Il paramento, inclinato sull'orizzontale come indicato sugli elaborati di progetto, sarà realizzato con pannelli in rete elettro-saldata opportunamente sagomata in modo da essere montati per incastro.
- b) Per permettere l'inerbimento, sul lato interno della rete sarà montata una biostuoia costituita da filamenti sintetici e da fibre vegetali. Il rinforzo della biostuoia sarà costituita da una retina sintetica, che svolgerà anche la funzione di contenimento dello strato di terreno vegetale a ridosso della rete.

I componenti dei manufatti saranno realizzati in modo tale da creare un unico elemento avente la stabilità prevista negli elaborati di progetto ed un paramento verde avente un aspetto gradevole.

Il collegamento tra la rete metallica elettrosaldata e le armature ad aderenza migliorata, sarà realizzato con ganci in numero adeguato ad evitare deformazioni del paramento ad opera conclusa.

## Art. 14.2 Materiali in Acciaio, Biostuoia e Geotessile

### 14.2.1 Armature ad Aderenza Migliorata

#### a. Tipo di Acciaio

L'acciaio sarà conforme alle Norme EN 10025 tipo S355JO (assimilabile all'Fe 52).

Le armature ed i relativi attacchi saranno del tipo laminato ad aderenza migliorata aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Tensione di rottura a trazione :  $\geq 520 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di snervamento :  $\geq 355 \text{ N/mm}^2$
- Allungamento percentuale a rottura:  $\geq 22 \%$ .

#### b. Caratteristiche Geometriche

##### *Armature Tipo 40 x 5 mm*

Spessore nominale:  $e = 5 \text{ mm}$ , tolleranza  $-0 + 0,5 \text{ mm}$ .

Larghezza nominale:  $b = 40 \text{ mm}$ , tolleranza  $\pm 1,5 \text{ mm}$ .

Lunghezza: secondo progetto, tolleranza  $\geq 160 \text{ mm}$ .

##### *Armature Tipo 45 x 5 mm Rinforzate*

Spessore nominale: sezione corrente  $e = 5 \text{ mm} +0,3/-0,2 \text{ mm}$

rinforzo E =  $(e+3) \text{ mm} + 0,3/-0,1 \text{ mm}$

Larghezza nominale: sezione corrente  $b = 45 \text{ mm} + 1,5 \text{ mm}/-0,5 \text{ mm}$

rinforzo B =  $b - 4 \text{ mm}$  (max)

Lunghezza: da progetto, tolleranze L =  $L_{nom} + 300/-200 \text{ mm}$

##### *Armature Tipo 50 x 4 mm*

Spessore nominale: sezione corrente  $e = 4 \text{ mm} -0/+0,5 \text{ mm}$

Larghezza nominale: sezione corrente  $b = 50 \text{ mm} -1,5/+1,5 \text{ mm}$

Lunghezza da progetto: tolleranze  $L = L_{nom} +/- 160 \text{ mm}$

L'aderenza sarà migliorata mediante rilievi trasversali di altezza 3 mm.

c. Caratteristiche Meccaniche

Le armature dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche meccaniche:

Armature 40 x 5 : carico minimo a rottura 100,0 KN

Armature 45 x 5 : carico minimo a rottura 104,7 KN

Armature 50 x 4: carico minimo a rottura 100,0 KN

d. Trattamento Superficiale

Le superfici delle armature saranno zincate a caldo in ragione di 5 gr./dm<sup>2</sup> di rivestimento a spessore garantito 70 micron circa.

#### 14.2.2 Bulloni di Fissaggio Armature ad Aderenza Migliorata

La connessione tra le armature e gli attacchi dei pannelli sarà assicurata da bulloni rispettivamente della classe 8.8 per armature tipo 40x5 e 50x4 mm e della classe 10.9 a per armature tipo 45x5 mm.

I bulloni di fissaggio avranno testa esagonale zincati a caldo (spessore conforme a norme UNI 3740/6).

I bulloni per armature tipo 40x5 e 50x4 mm saranno conformi alle seguenti caratteristiche meccaniche:

- Tensione di rottura a trazione:  $\geq 800 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di snervamento:  $\geq 640 \text{ N/mm}^2$
- Allungamento percentuale a rottura:  $\geq 12 \%$ .

I bulloni per armature tipo 45x5 mm saranno conformi alle seguenti caratteristiche meccaniche:

- Tensione di rottura a trazione:  $\geq 1000 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di snervamento:  $\geq 900 \text{ N/mm}^2$
- Allungamento percentuale a rottura:  $\geq 9 \%$ .

#### 14.2.3 Rete Elettrosaldata

La rete elettrosaldata sarà composta da barre di acciaio del tipo B450C con maglia di 100 x 100 mm e diametro di 8 mm.

I pannelli prefabbricati potranno avere dimensioni di 300 x 75 cm oppure di 300 x 95 cm. La rete elettrosaldata dovrà essere zincata a caldo con rivestimento minimo di 300 gr/m<sup>2</sup>.

#### 14.2.4 Ganci per Rete Elettrosaldata

La rete elettrosaldata sarà collegata alle armature ad aderenza migliorata mediante ganci in ferro tondo del tipo B450C a forma di "V" in numero da 6 a 9 per pannello aventi un diametro di 10 mm. La lunghezza dei ganci in pianta varierà da 87 cm a 94 cm.

I ganci per la rete elettrosaldata dovranno essere zincati a caldo con rivestimento minimo di 300 gr/m<sup>2</sup>.

#### 14.2.5 Embrici Metalliche

Le embrici metalliche saranno costituite da mezzi tubi di acciaio zincato aventi un diametro di 30 cm e spessore di 2 mm provvisti di risvolti di 6 cm.

#### 14.2.6 Biostuoia

La biostuoia dovrà avere una struttura tridimensionale formata da monofilamenti di nylon o materiale equivalente, resistenti ai raggi UV aggrovigliati e termosaldati nei punti di contatto in modo da generare una struttura con indice alveolare superiore al 90% e da fibre vegetali.

Le caratteristiche tecniche della biostuoia dovranno essere le seguenti:

- Densità: 23 kg/m<sup>3</sup>
- Resistenza a rottura: 40 KN/m
- Spessore minimo: 20 mm

La biostuoia dovrà possedere caratteristiche antierosione e di fondo per facilitare la germinazione e la crescita di manti erbosi.

#### 14.2.7 Geotessile

Il geotessile sarà costituito da un tessuto-non-tessuto a filo continuo in polipropilene, del peso non inferiore a 200 gr/mq.

#### 14.2.8 Paramento esterno

Il paramento in c.a. dei manufatti in terra armata sarà realizzato con pannelli prefabbricati prodotti con calcestruzzo opportunamente vibrato, confezionato con inerti di dimensione massima pari a 25 mm.

Il calcestruzzo avrà una resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck} > 35$  MPa.

Il ferro di armatura, quando previsto, sarà ad aderenza migliorata del tipo B450C. La prefabbricazione dei pannelli sarà eseguita con casseri metallici opportunamente disposti su superficie piana con la faccia vista in basso e le estremità degli attacchi in alto. La posizione degli attacchi dovrà essere esclusivamente quella indicata sui disegni come pure quella degli altri inserti previsti per il montaggio e la movimentazione.

Il getto di ogni elemento dovrà essere eseguito senza interruzioni ed adeguatamente vibrato per evitare che la faccia vista presenti bolle d'aria e/o struttura a nido d'ape e/o struttura aperta.

Particolare cura sarà usata nella scelta degli inerti, nel confezionamento del calcestruzzo e nell'uso di disarmanti, per ottenere una colorazione quanto più possibile uniforme della superficie a faccia vista.

Tutte le quote sia parziali che progressive dovranno essere rispettate. Saranno ammesse sul singolo pannello le seguenti tolleranze :

- planarità della superficie a faccia vista :  $\pm 5$  mm. su 1,5 m.
- dimensioni :  $\pm 5$  mm.
- differenza tra le lunghezze delle diagonali :  $\pm 10$  mm.
- interasse tubo perno :  $\pm 4$  mm.

Gli inserti previsti dai disegni di progetto sono :

- attacchi per armature: in acciaio zincato a caldo in ragione di 5 g/dm<sup>2</sup>;
- manicotto in materia plastica. Diametro interno 30 mm, diametro esterno 32 mm, lunghezza 730 mm (per i pannelli tradizionali)
- barra in materia plastica diametro 20 mm. lunghezza 890 mm. (per i pannelli tradizionali)
- perno biconico in plastica per i pannelli di tipo semplificato;

- bulloni o perni asolati di sollevamento in acciaio, portata superiore a 1 t.; Su ogni pannello sarà indicato: tipo di pannello e data di produzione.

I giunti tra pannelli saranno realizzati mediante tacchi speciali in gomma opportunamente sagomati per l'assorbimento delle deformazioni della struttura.

Il materiale di riempimento dei giunti verticali sarà costituito da strisce di poliuretano a cellula aperta di sezione 4 x 4 cm<sup>2</sup>. Per strutture dove il riempimento è costituito da sabbia, per opere inondabili, e per i pannelli di tipo semplificato, si utilizzeranno delle strisce di tessuto non tessuto da porre all'interno dei pannelli, fornito in rotoli di altezza 40 cm. e grammatura 200 g/mq.

### Art. 14.3 Terreno per il Rilevato

#### 14.3.1 Caratteristiche fisiche

Per la formazione del rilevato in terra armata dovranno essere impiegate terre appartenenti ai gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 della classifica C.N.R. - U.N.I. 10006/1963.

In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti condizioni:

a) Il terreno di riempimento sarà idoneo quando la percentuale passante al setaccio da 80 micron (0,08 mm.), secondo l'analisi granulometrica, è inferiore al 15 %.

b) I terreni con la percentuale passante al vaglio da 80 micron superiore al 15 %, saranno ugualmente validi quando:

- la percentuale del campione esaminato per sedimentazione passante al vaglio di 15 micron (0,015 mm.) è inferiore al 10 %;
- la percentuale del campione esaminato per sedimentazione passante al vaglio di 15 micron (0,015 mm) rimane compresa tra il 10% e 20% e l'angolo di attrito interno, misurato con prove di taglio su campioni saturi del materiale passante al setaccio da 4,76 mm, con velocità di taglio di 1 mm/min, è superiore a 25°.

c) Il terreno di riempimento non dovrà contenere nessun elemento superiore a 150 mm. Altri materiali, anche non rispondenti alle classificazioni sopra esposte potranno essere utilizzati previo lo studio di una appropriata composizione (se necessario mediante miscelazione di materiali diversi) in modo da ottenere comunque il peso sopra specificato. Tuttavia l'utilizzo di materiali non conformi alle classificazioni sopra esposte, potranno essere utilizzati solamente dopo che l'Appaltatore avrà eseguito tutte le prove richieste e se approvati dalla Direzione Lavori.

#### 14.3.2 Resistività

Il valore di resistenza del materiale saturato dopo un'ora di contatto terra-acqua alla temperatura di 20°C sarà superiore a 1.000 Ohm\*cm p per opere a secco e 3.000 Ohm\*cm per opere inondabili.

#### 14.3.3 Attività Ioni Idrogeno

Il valore di attività degli ioni (PH) misurato sull'acqua del campione di terra saturato sarà compreso tra 5 e 10.

#### 14.3.4 Contenuto in Sali Solubili

Il contenuto di cloruri e solfati dovrà essere determinato soltanto per i materiali la cui resistività sia compresa tra 1.000 e 5.000 Ohm cm<sup>2</sup> e non dovrà eccedere i seguenti valori:

|                                 | <u>Opere a secco</u> | <u>Opere in acqua dolce</u> |
|---------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| (Cl <sup>-</sup> )              | 200 mg/kg            | 100 mg/kg                   |
| (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) | 1000 mg/kg           | 500 mg/kg                   |

#### Art. 14.4 Controllo sui Materiali

L'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori deve fornire tutti i certificati di qualità e conformità alla presenti Specifiche Tecniche degli elementi che compongono la struttura (caratteristiche dimensionali e meccaniche).

Inoltre su specifica richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spesa, all'esecuzione di prove di laboratorio geotecnico sul terreno costituente il rilevato strutturale per la classificazione del materiale (UNI 10006) e per la determinazione delle caratteristiche fisiche, meccaniche e di costipamento quali: analisi granulometriche, limiti di Atterberg, prove di taglio diretto con scatola di Casagrande, prove di costipamento tipo Proctor modificate, determinazione del valore della resistività e determinazione del valore pH.

Le procedure di prova saranno quelle previste dalle norme ASTM-AASHTO e dalle raccomandazioni A.G.I. sulle prove di laboratorio geotecnico (edizione provvisoria).

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui al presente punto, devono intendersi a totale carico dell'Appaltatore.

#### Art. 14.5 Costruzione dei Manufatti

##### 14.5.1 Norme Generali

I manufatti in terra armata saranno costruiti in accordo con le presenti specifiche tecniche, i Disegni di Progetto e le istruzioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori.

La costruzione dei manufatti includeranno tutti i lavori necessari per dare l'opera finita a regola d'arte.

##### 14.5.2 Preparazione del Piano di Posa

Il piano di fondazione della struttura sarà livellato per una larghezza uguale o maggiore alla lunghezza degli elementi di rinforzo, o comunque come indicato sui Disegni Esecutivi.

Prima della posa in opera della struttura, il piano di posa costituito da terreno non roccioso, dovrà essere opportunamente compattato con rulli vibranti o con piastre vibranti e costipatori vibranti anche del tipo a guida manuale nel caso di spazi ridotti.

La compattazione dovrà essere tale che per uno spessore di almeno 30 cm il piano di posa abbia una densità non inferiore al 90% della densità massima determinata con la prova AASTHO modificata.

Terreni di fondazione non rispondenti ai requisiti di progetto, saranno rimossi e sostituiti in base alle disposizioni della Direzione Lavori

##### 14.5.3 Montaggio dei Pannelli in Rete Elettrosaldata

I pannelli in rete elettrosaldata dovranno essere movimentati ed immagazzinati in modo da eliminare il pericolo di rotture, deformazioni e danneggiamenti.

La posa della rete dovrà essere eseguita nel rispetto delle quote sia parziali che progressive e la tolleranza dimensione longitudinale dovrà essere di  $\pm 10$  mm.

Il piano di posa del paramento sarà costituito da materiale fino (sabbia o stabilizzato) facilmente spianabile e si presenterà perfettamente orizzontale e rullato.

I pannelli prefabbricati in rete elettrosaldata saranno messi in opera a mano e secondo la pendenza richiesta di progetto installando delle modine di riferimento per osservare facilmente l'inclinazione del paramento.

I pannelli saranno montati in file orizzontali successive secondo la sequenza indicata dai disegni e contemporaneamente alla formazione del rilevato. Fintanto che il rilevato e le armature non saranno completamente posati, i pannelli saranno mantenuti in posizione inclinata dai ganci di collegamento tra paramento ed armature, che saranno forniti già opportunamente sagomati.

Per annullare la creazione di giunti verticali sul paramento, i pannelli potranno essere montati sfalsati come normalmente eseguito per le pareti in mattoni.

Ogni pannello dovrà essere collegato al massiccio con almeno 2 armature ad aderenza migliorata. Le armature saranno posate perpendicolarmente al paramento o come indicato nei Disegni Esecutivi.

#### 14.5.4 Sequenza di Posa Pannelli / Rilevato

La posa del materiale di riempimento seguirà strettamente il montaggio di ciascuna fila di pannelli; in corrispondenza di ogni livello di armature il materiale sarà steso e compattato dopo la posa ed il fissaggio delle stesse.

Ad ogni fila di pannelli, corrispondono due strati di rilevato in modo da compattarne strati che non superino i 30 cm circa.

#### 14.5.5 Stesa del Terreno

La stesa del materiale dovrà essere eseguita sistematicamente per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Ove siano presenti fenomeni di filtrazione provenienti da monte si dovrà provvedere, con opportuni accorgimenti, alla captazione e allo smaltimento di tali acque.

Durante le fasi di lavoro, e ad opera ultimata, si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 4%. La pendenza sarà contrapposta al paramento.

Lo spessore allo stato sciolto di ogni singolo strato di rilevato non dovrà risultare superiore a 30 cm.

Sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

#### 14.5.6 Compattazione del Terreno

Il grado di compattazione sarà  $\geq 90\%$  del valore fornito dalla prova AASHTO modo T 180, salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95% o secondo quanto indicato sui disegni costruttivi.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ( $\pm 1$ : 1,5% ca.) a quello ottimale determinato mediante la prova AASHTO modo T 180.

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione. Se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza), dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La compattazione a tergo delle opere in cemento armato dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento.

In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti a terra verde.

A tergo dei manufatti e dei pannelli, si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, piccoli rulli vibranti, badando a garantire i valori di densità richiesti, anche a costo di operare su strati di spessore ridotto.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta sul terreno già steso, l'Appaltatore dovrà provvedere al ripristino delle zone danneggiate a sua cura e spese, secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

#### 14.5.7 Testimoni di corrosione

I “testimoni” di corrosione, sono degli spezzoni di armatura in acciaio zincato che vengono lasciati nei muri in terra armata per controllare l'andamento nel tempo della corrosione delle armature metalliche di rinforzo del terreno.

Allo scopo si collocano in pannelli denominati “KD”, ubicati opportunamente nel muro, degli elementi di armature di lunghezza pari ad 1 metro; essi vengono uniti con un bullone ad un attacco libero tipo terra armata per poterli estrarre successivamente.

Ogni “testimone” reca nella, zona del foro per il bullone, una sigla di riconoscimento indelebile in modo da poterlo identificare ad estrazione avvenuta.

E' previsto almeno un kit di “testimoni” (in numero di 4 per un pannello KD) per muri con superficie superiore a 1.000 mq e per le spalle da ponte.

I testimoni di corrosione, prima di esser consegnati in cantiere, vengono pesati con la precisione del decimo di grammo e viene determinato lo spessore della zincatura (al micron).

I testimoni di corrosione, con il relativo attacco, devono essere collocati perpendicolarmente al pannello di appartenenza, su di uno strato di terreno orizzontale; si avrà cura di controllare che il terreno intorno ai “testimoni” sia omogeneo con il terreno da rilevato con cui si realizza il muro in terra armata, necessariamente senza blocchi di grande pezzatura e senza terreno vegetale.

Assemblato lo spezzone d'armatura all'attacco standard col bullone, si collocherà l'insieme in uno dei quattro fori del pannello “KD”, ponendo l'attacco a contatto del calcestruzzo del fondo del foro; così sarà sufficiente rompere dall'esterno il sottile strato di cemento per accedere al testimone, dopo anche parecchi anni dal completamento del muro.

I pannelli “KD” presentano sulla faccia esterna un marchio di riconoscimento, per poterli facilmente individuare prima delle prove di estrazione.

Si farà pervenire alla Direzione Lavori un prospetto del paramento con l'esatta ubicazione dei testimoni, la data di montaggio ed il numero di identificazione, al fine di garantire comunque l'identificazione anche nel caso in cui la corrosione possa cancellare la sigla di riconoscimento.

#### 14.5.8 Paramenti

I pannelli prefabbricati saranno messi in opera verticalmente a mezzo di gru leggera utilizzando esclusivamente i perni di sollevamento all'uopo incorporati nei pannelli.

I pannelli saranno montati in file orizzontali successive secondo la sequenza indicata dai disegni e contemporaneamente alla formazione del rilevato. Fintanto che il rilevato e le armature non saranno completamente posati, i pannelli saranno mantenuti in posizione verticale mediante dei morsetti che li bloccano provvisoriamente alla fila inferiore. Per la posa della prima fila di pannelli sarà inoltre necessaria una opportuna puntellatura esterna.

La tolleranza di montaggio in direzione verticale non dovrà superare i 15 mm. misurata lungo una retta di 3,00 metri di lunghezza. In qualsiasi altra direzione sul piano verticale del muro la tolleranza ammessa è di 20 mm. sempre su 3 metri di lunghezza.

Le armature saranno posate perpendicolarmente al paramento o come indicato nei disegni.

#### 14.5.9 Condizioni Climatiche

La costruzione dei rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, tranne per quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es. ghiaia).

Nell'esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei rulli gommati che consentano di chiudere la superficie dell'ultimo strato in caso di pioggia.

#### 14.5.10 Rilevati di Prova

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore procederà alla esecuzione dei rilevati di prova. In particolare si potrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli.

Il rilevato di prova consentirà di individuare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati.

#### 14.5.11 Prove di Controllo

Prima che venga messo in opera uno strato di terreno, quello precedente dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere aumentata in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Appaltatore dovrà eseguire le prove di controllo nei punti indicati dalla Direzione Lavori ed in contraddittorio con la stessa. L'Appaltatore potrà eseguire le prove di controllo o in proprio o tramite un laboratorio esterno comunque approvato dalla Direzione Lavori.

Prima di iniziare i lavori l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature. Durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trasmesso tempestivamente alla Direzione Lavori su appositi moduli.

La serie di prove sui primi 5000 mc, verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione.

In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie.

Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.



Le prove, salvo diverse istruzioni impartite dalla Direzione lavori, dovranno essere effettuate con la frequenza riportata nella seguente tabella:

| Tipo di Prova  | Almeno 1 Ogni mc.. |               |
|--|--------------------|---------------|
|  | primi 5000 mc      | successivi mc |
| Classif. CNR - UNI 10006   | 500                | 5000          |
| Resistività  | 500                | 5000          |
| pH   | 500                | 5000          |
| Contenuto in cloruri e solfati per valori di resistività tra 1000/5000 Ohm.cm  | 500                | 5000          |
| Costip. AASHTO Mod. CNR  | 500                | 5000          |
| Densità in sito CNR 22   | 250                | 1000          |
| Carico su piastra CNR 9 - 70317  | 1000               | 5000          |
| Controllo umidità  | (*)                | (*)           |
| (*) Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali ed alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato. |                    |               |

Tutti gli oneri relativi alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente punto, nonché alle verifiche richieste dalla Direzione Lavori per constatare ogni eventuale deficienza e/o degradazione dell'opera e alle conseguenti riparazioni, devono intendersi a totale carico dell'Appaltatore.

#### Art. 14.6 Inerbimento e piantumazione

L'inerbimento lungo il paramento inclinato esterno sarà eseguito dopo avere terminato la costruzione della pannellatura costituita da rete elettrosaldata e biostuoia.

L'idrosemina dovrà essere effettuata in unica passata in quantità pari a 9 lt/mq e comprenderà miscele di sementi di specie erbacee selezionate in funzione del contesto associativo e della zona dell'opera in quantità non inferiore a 60 gr/mq, mulch in ragione di 500 gr/mq (paglia di cereali, pasta e fibra di cellulosa), concime organico e collante.

L'area a verde dovrà essere innaffiata a intervalli regolari, in funzione delle reali condizioni atmosferiche, mediante aspersione di acqua a bassa pressione fino ad ottenere un inerbimento fitto ed uniforme.

Saranno quindi messe a dimora specie arbustive pioniere locali per talee o piante radicate in quantità minima di 1 ogni 5 m<sup>2</sup>, che svolgono nel tempo le seguenti funzioni: consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata, copertura verde della scarpata, raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate è una condizione indispensabile per dare autonomia naturalistica, stabilità superficiale e collaudabilità a questo tipo di intervento.

Per conferire una maggiore naturalità al versante, oltre all'impiego di talee di salice (ad es. *Salix eleagnos*), nelle specifiche aree d'intervento, verranno inserite piantine radicate di alcune specie arbustive autoctone tipiche di substrati calcarei, quali il Pero corvino (*Amelanchier ovalis*), la Sanguinella (*Cornus sanguinea*), il Corniolo (*Cornus mas*) e il Maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*).

Dato l'impiego di materiale vegetale, risulta molto importante intervenire nel periodo di riposo vegetativo (autunno inverno - primavera fino al massimo ad aprile).

#### Art. 14.7 Manutenzione

Durante la costruzione e fino al collaudo finale, l'Appaltatore dovrà provvedere alla manutenzione dei manufatti in terra ed a rimediare eventuali danni che potrebbero essere causati sia dalle attività di cantiere che a quelli dovuti ad eventi metereologici.

Qualora l'inerbimento presentasse irregolarità o una scarsa crescita, l'Appaltatore dovrà tempestivamente intervenire con adeguate integrazioni a sua cura e spese.

#### Art. 14.8 Verifica dei Manufatti in Terra Armata

I manufatti in terra armata previsti in progetto dovranno, prima di procedere alla fornitura dei materiali necessari per la costruzione, essere verificati in base alle normative di calcolo vigenti in merito, da un tecnico abilitato il cui onorario sarà totale carico dell'Appaltatore.

#### Art. 14.9 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 14.9.1 Premessa

I manufatti (muri verdi) in terra rinforzata saranno valutati e contabilizzati in base alla superficie ,sullo sviluppo dei muri, misurata dal piano di fondazione.

Si intendono inclusi nell'area sia il muro inclinato rinverdibile sia tutti i materiali inglobati nel rilevato compattato che servono per il sostegno permanente dei manufatti.

Nell'Elenco Prezzi i manufatti sono divisi in funzione dell'altezza del muro e comprendono tutti gli oneri con esclusione del rilevato e degli eventuali sbancamenti necessari per la formazione del piano di posa.

##### 14.9.2 Muri in Terra Rinforzata/Armata

###### a. Misurazione

I muri verdi in terra rinforzata saranno contabilizzati in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

###### b. Valutazione dei Lavori

I muri verdi in terra rinforzata saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprendono in particolare: la fornitura e posa in opera di tutti i materiali necessari per dare l'opera completa (armature ad aderenza migliorata; attacchi, giunzioni, geotessile, pannelli in rete elettrosaldata, ganci, biostuia, terreno vegetale, eventuali embrici metalliche), la posa in opera, i costi addizionali per la formazione del rilevato, la verifica del progetto.

Il rilevato e gli eventuali scavi necessari per la formazione del piano di posa saranno contabilizzati separatamente con i relativi prezzi d'Elenco.

#### **Art. 14.A STABILIZZAZIONE DELLE TERRE CON CALCE**

##### a) Premessa

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da una terra, calce idrata ed acqua, in quantità tali da migliorare le caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche della terra, onde ottenere una

miscela idonea per la formazione di strati che, dopo, costipamento, risultino di adeguata capacità portante nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

L'Impresa, per l'esecuzione dei lavori di stabilizzazione delle terre con calce, dovrà attenersi alle norme tecniche del C.N.R. – B.U. n. 36 del 21/1/1973.

b) Caratteristiche dei materiali componenti la miscela

**TERRA**

La terra, sottoposta a trattamento, deve essere di tipo limo-argillosa ed avere indice di plasticità normalmente superiore a 10 (tipo A<sub>6</sub> ed A<sub>7</sub> di cui alla norma tecnica C.N.R.-U.N.I 10006). La curva granulometrica deve rientrare nel fuso riportato al punto 2.1. della norma C.N.R. – B.U. n. 36/73.

**CALCE**

La calce da utilizzare dovrà essere del tipo calce idrata che deve rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. n. 2231 del 16/11/1939.

**ACQUA**

L'acqua necessaria per portare la miscela al tenore di umidità voluto deve essere esente da impurità dannose e da materie organiche.

c) Progettazione e controllo delle miscele

Prima dell'inizio dei lavori, L'Impresa dovrà presentare alla Direzione lavori e sottoporlo alla sua approvazione, tutte quelle prove di prequalificazioni per individuare le quantità di acqua e di calce con cui si dovrà effettuare l'impasto. Tutte le spese ed oneri, inerenti le prove di laboratorio saranno a completo carico dell'Appaltatore.

La determinazione preventiva della quantità di acqua e di calce vanno valutate in base a prove C.B.R. (C.N.R.-U.N.I. 10009 punto 3.2.1.), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione. Pertanto, prendendo almeno tre miscele sperimentali con diversi tenori di calce si dovrà definire i valori massimi dell'indice C.B.R., della densità del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione. I valori indicativi della quantità di calce che consente di ottenere una miscela dalle caratteristiche di portanza e costipabilità adeguati sono i seguenti:

| Stabilizzazione di materiali                      | Calce idratata |
|---|----------------|
| Strati di sovrastruttura                          | 4 , 10 %       |
| Bonifiche di terreni (piani di posa e/o rilevati) | 1 , 3 %        |

I valori minimi dell'indice C.B.R. a 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, devono essere conformi al punto 4.1. della norma C.N.R. – B.U. n. 36/73, ovvero nei termini della tabella di seguito riportata:

| Caratteristiche | Sovrastruttura stradale | Sottofondo        | Bonifiche             |
|-----------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|
| Indice C.B.R.   | <sup>3</sup> 50 %       | <sup>3</sup> 20 % | <sup>3</sup> 10 % (*) |
| Rigonfiamento   | < 1 %                   | < 2 %             |                       |

(\*)Dopo 2 ore e senza imbibizione.

e) Operazioni di cantiere

L'Impresa dovrà eseguire la lavorazione con la tecnica della miscelazione in sito, dove si prevede la seguente successione delle fasi operative:

1) Scarificazione e polverizzazione

Tali operazioni sono necessarie, nei casi in cui il materiale naturalmente collocato laddove dovrà essere messo a dimora, soddisfi le esigenze progettuali. La scarifica del terreno, che deve interessare lo strato da stabilizzare per tutta la sua altezza, durante tale operazione si dovrà procedere all'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali estranei presenti quali radici, residui legnosi ed erbosi. Con la depolverizzazione si dovrà procedere allo sminuzzamento delle eventuali zolle di argilla di dimensioni superiori ai 5 cm. I macchinari utilizzati per tale operazione di

scarifica e depolverizzazione sono: lame scarificatrici, erpici a disco, rippers con successivo passaggio dei mescolatori a rotore per la definitiva operazione di frantumazione. Tutti i mezzi impiegati devono essere ritenuti idonei e validi dalla Direzione lavori.

## 2) Spandimento della calce e dell'acqua

Lo spandimento della calce dovrà essere in accordo con i dosaggi emersi dalle preliminari prove di laboratorio, nel corso delle quali si è definita la miscela determinandone i rapporti ponderali tra i vari componenti. La calce può essere aggiunta al terreno in forma pulverulenta (metodo asciutto), da eseguirsi mediante spanditore di idonee caratteristiche per ottenere un'uniforme distribuzione della calce sulla superficie sia in senso longitudinale che trasversale. Gli spanditori trainati e riforniti per mezzo di tubi flessibili in gomma o metallici, che si dipartono dai mezzi di trasporto della calce in cantiere, dovranno essere dotati di attrezzature per evitare la dispersione eolica della calce e tali da consentire il dosaggio della calce in funzione della velocità di avanzamento del gruppo semovente.

L'aggiunta di acqua alla miscela per ottenere i valori di umidità stabili nelle prove di laboratorio, si dovrà effettuare con autobotti dotate di barre spruzzatrici, tali da consentire di irrorare d'acqua tutta la parte di sezione trasversale sulla quale precedentemente si è provveduto alla stesa della calce. Sono ammessi altri sistemi e tecniche per lo spandimento della calce, purché ritenuti validi dalla Direzione lavori.

Qualora non si operi con il cosiddetto "treno di stabilizzazione", ovvero non si proceda ad una produzione continua di miscela in sito, lo spandimento della calce in polvere dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere lavorata nel giorno stesso.

## 3) Miscelazione

La miscelazione dovrà avvenire con macchinari che, muovendosi lungo i materiali stesi e li miscelano inserendosi nel terreno senza sollevarlo. Si dovrà prevedere più passaggi del mescolatore sullo strato da trattare fino al raggiungimento della totale omogeneizzazione dei componenti. Il mescolatore a rotore del tipo semovente o trainato deve essere in grado di lavorare strati di profondità, se riferiti a materiali sciolti, variabili da 15 a 50 cm. L'Impresa, durante la miscelazione dovrà realizzare la mescolazione di una striscia dopo qualche ora rispetto a quella adiacente già lavorata ed interessando nella mescolazione di quella zona circa 5, 10 cm della prima. Particolare cura durante l'operazione dovrà essere rivolta a non creare dei giunti trasversali di ripresa tra due strisce consecutive.

## 4) Compattazione delle miscele e la finitura degli strati

Il costipamento deve essere effettuato su miscele aventi un'umidità pari a quella ottenuta nelle prove di laboratorio. La Direzione lavori, a seconda delle situazioni particolari dell'intervento, ordinerà all'Impresa l'esecuzione della compattazione mediante rulli statici a piede di montone seguiti dal passaggio di rulli pesanti a ruote gommate o da rulli vibranti. L'eventuale finitura degli strati deve avvenire con l'impiego delle macchine livellatrici; è assolutamente vietato intervenire con l'apporto di nuovo materiale.

### f) Controlli in corso d'opera

L'Amministrazione appaltante tramite la Direzione lavori potrà effettuare tutti i controlli previsti al punto 5 della norma C.N.R. – B.U. n. 36/73, ovvero nei termini di seguito indicati:

| Caratteristiche  | Sovrastruttura stradale                | Sottofondo | Bonifiche  |
|--|--|------------|------------|
| Peso specifico del secco in sito (grado di costipamento)       | ≥ 95 % (*)                             | ≥ 95 % (*) | ≥ 95 % (*) |
| Modulo di deformazione Md (Kg/cm <sup>2</sup> )(CNR-BU n 9/67) | ≥ 800                                  | ≥ 400      | ≥ 150      |
| Indice C.B.R.  | Valore almeno pari ai dati di progetto |            |            |

(\*) Valore percentuale riferito al peso di volume massimo del secco ottenuto in laboratorio con la miscela di progetto.

L'Impresa dovrà mettere a disposizione attrezzature, materiali, personale e farsi carico dei relativi oneri di tutte le prove ordinate dalla Direzione lavori.

## CAPO VII – CALCESTRUZZI E LAVORI COMPLEMENTARI

### Art. 15 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI (NORMALI E PRECOMPRESSI)

Per la realizzazione delle opere in oggetto è previsto l'impiego dei materiali aventi le seguenti caratteristiche:

#### Art. 15.1 Calcestruzzi

|                     |        |                                  |
|---------------------|--------|----------------------------------|
| Classe resistenza = | C12/15 | getti cls magro                  |
| Classe resistenza = | C25/30 | per fondazioni, pali e diaframmi |
| Classe resistenza = | C28/35 | opere in elevazione solette      |
| Classe resistenza = | C32/40 | impalcati                        |
|                     | C45/55 | per c.a.p. impalcato             |

Dovranno essere inoltre rispettati i seguenti valori minimi di copriferro:

- copriferro minimo per diaframmi e pali = 6 cm
- copriferro minimo per fondazioni, cordoli ed elevazioni = 4 cm
- copriferro minimo per solette impalcato e travi in c.a.p. = 3 cm

#### Art. 15.2 Note sulle caratteristiche dei materiali

Classi di esposizione secondo EN206

Le classi di esposizione ambientale sono sei, identificate dalle sigle XO, XC, XD, XS, XF ed XA, per diversi tipi di aggressione. Per ciascuna classe, ad eccezione della XO, esistono più sottoclassi, identificate da un numero crescente man mano che il livello di aggressione aumenta.

#### CLASSI DI ESPOSIZIONE SECONDO LA UNI EN 206-1

| Denominazione della classe | Descrizione dell'ambiente  | TIPO DI             | NUMERO SOTTOCLASSI |
|----------------------------|--|---------------------|--------------------|
| <b>XO</b>                  | Nessun rischio di corrosione (interni di edifici con U.R. molto bassa)                 | Non armata e armata | <b>1</b>           |
| <b>XC</b>                  | Corrosione delle armature indotta dalla  | Armata              | <b>4</b>           |
| <b>XD</b>                  | Corrosione delle armature indotta dai cloruri esclusi quelli presenti in acque di mare | Armata              | <b>3</b>           |

|           |   |                     |          |
|-----------|---|---------------------|----------|
| <b>XS</b> | Corrosione delle armature indotta dai cloruri presenti nell'acqua di mare | Armata              | <b>3</b> |
| <b>XF</b> | Attacco dei cicli di gelo-disgelo in presenza o no di sali disciolenti    | Non armata o armata | <b>4</b> |
| <b>XA</b> | Attacco chimico del calcestruzzo  | Non armata o armata | <b>3</b> |

Le classi evidentemente sono collegate ai particolari fenomeni che possono portare ad un degrado prematuro, che possono essere così riassunti:

- corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo
- corrosione delle armature indotta da attacco da cloruri
- attacco da cicli di gelo – disgelo,
- attacco chimico.

#### Condizioni ambientali codificate

Dalla combinazione dei fattori ambientali sopra descritti con l'umidità, vettore essenziale delle sostanze aggressive, derivano le classi di esposizione già sintetizzate nella tabella precedente ed esplose in dettaglio nel seguito.

Le UNI EN206-1 sottolineano che le condizioni ambientali cui la tabella si riferisce sono quelle che si verificano nel copriferro, ma in molti casi esse riflettono le condizioni dell'ambiente circostante, per cui di fatto, in queste circostanze la descrizione si può riferire direttamente a quest'ultimo.

#### **CLASSI D'ESPOSIZIONE AMBIENTALE DEL CALCESTRUZZO SECONDO LA EN 206**

| Classe | Ambiente d'esposizione | Esempi di condizioni ambientali |
|--------|------------------------|---------------------------------|
|--------|------------------------|---------------------------------|

|   |                          |   |
|---|--------------------------|---|
| 1 – Assenza di rischio di corrosione delle armature o d'attacco al calcestruzzo |                          |   |
| X0  | Molto secco (cls armato) | Interni di edifici con umidità relativa molto bassa |
|   | Vari (cls non armato)    | Tutti eccetto gelo o attacco chimico o abrasione    |

|  |                                    |   |
|--|------------------------------------|---|
| 2 – Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo |                                    |   |
| XC1  | Asciutto o permanentemente bagnato | Interni di edifici con umidità relativa bassa, o calcestruzzo costantemente immerso |
| XC2  | Bagnato, raramente asciutto        | Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo, molte fondazioni    |

|     |                                 |  |
|-----|---------------------------------|--|
| XC3 | Umidità moderata                | Interni di edifici con umidità da moderata ad alta                   |
| XC4 | Ciclicamente bagnato e asciutto | Superfici a contatto diretto con acqua non comprese nella classe XC2 |

### 3 – Corrosione indotta dai cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare

|     |                                 |   |
|-----|---------------------------------|---|
| XD1 | Umidità moderata                | Superfici esposte a nebbia salina   |
| XD2 | Bagnato, raramente asciutto     | Piscine - Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri                              |
| XD3 | Ciclicamente bagnato e asciutto | Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri;<br>pavimentazioni, pavimentazioni di parcheggi |

### 4 – Corrosione indotta dai cloruri presenti nell'acqua di mare

|     |   |                                  |
|-----|---|----------------------------------|
| XS1 | Esposto al nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare | Strutture prossime o sulla costa |
| XS2 | Sommerse  | Parti di strutture marine        |
| XS3 | Zone esposte alle onde oppure alle maree                              | Parti di strutture marine        |

### 5 – Attacco da cicli di gelo/disgelo

|     |  |  |
|-----|--|--|
| XF1 | Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agenti antigelo | Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo   |
| XF2 | Moderata saturazione d'acqua, con impiego di agenti antigelo   | Superfici verticali di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo  |
| XF3 | Elevata saturazione d'acqua, senza impiego di agenti antigelo  | Superfici orizzontali esposte alla pioggia e al gelo   |
| XF4 | Elevata saturazione d'acqua, con impiego di agenti antigelo    | Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo- Superfici esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo |

### 6 – Attacco chimico

|     |                          |                       |
|-----|--------------------------|-----------------------|
| XA1 | Debolmente aggressivo    | Vedi tabella seguente |
| XA2 | Moderatamente aggressivo | Vedi tabella seguente |
| XA3 | Fortemente aggressivo    | Vedi tabella seguente |

**CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE - ATTACCO CHIMICO (LINEE GUIDA MIN. LL.PP.)**

|  | GRADO DI ATTACCO |                |             |
|--|------------------|----------------|-------------|
|  | XA1 (debole)     | XA2 (moderato) | XA3 (forte) |
| Agente aggressivo nelle acque                                    |                  |                |             |
| PH   | 6,5 - 5,5        | 5,5 - 4,5      | 4,5 - 4,0   |
| CO2 aggressiva, mg/l   | 15 - 30          | 30 - 60        | 60 - 100    |
| ioni ammonio NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg/l                 | 15 - 30          | 30 - 60        | 60 - 100    |
| ioni magnesio Mg <sup>2+</sup> , mg/l                            | 100 - 300        | 300 - 1500     | 1500 - 3000 |
| ioni solfato SO <sub>4</sub> , mg/l                              | 200 - 600        | 600 - 3000     | 3000 - 6000 |
| Agente aggressivo nel terreno                                    |                  |                |             |
| ioni solfato SO <sub>4</sub> , mg/kg di terreno seccato all'aria | 2000 - 6000      | 6000 - 12000   | > 12000     |



### Art. 15.3 Ponti e viadotti.

Si tratta evidentemente di opere in ambiente esterno. Le pile e le opere di elevazione, esposte direttamente agli agenti atmosferici ricadono nella classe **XF1**, mentre per le fondazioni si può fare riferimento alla classe **XC2**.

Le travi sono esposte direttamente alla pioggia, quindi ricadono nella classe **XF2**.

Per quanto riguarda le solette degli impalcati, tenuto conto del clima della zona, in cui si fa normalmente uso di agenti disgelanti, le classi di esposizione possono essere identificate come **XF4**.

### Art. 15.4 Gallerie e trincee confinate da muri

Si può fare generalmente riferimento alla classe **XC2**.

Tenuto conto del clima della zona, in cui si fa normalmente uso di agenti disgelanti, le classi di esposizione possono essere identificate come **XF4** relativamente ai rivestimenti in conglomerato cementizio delle pareti verticali delle opere di sostegno esposte al passaggio dei veicoli.

### Art. 15.5 Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento. Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo III;
- cemento tipo IV;
- sono ammessi inoltre i cementi di tipo I, II e V con tenore di alluminato tricalcico ( $C_3A$ ) < 5% che la cementeria, dovrà garantire specificando il metodo di misura, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi di tipo III e IV e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi di tipo III e IV. I maggiori oneri per la sostituzione del cemento sono a carico dell'Impresa.

L'utilizzo dei cementi di tipo I, II e V non è, in qualsiasi caso, consentito per la realizzazione di conglomerati cementizi di tipo I e di tutti i manufatti prefabbricati.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 300 t o frazione).

Ad ogni carico di cemento giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, copia fotostatica del Documento di Trasporto ed il certificato d'origine prodotto dalla cementeria, attestante la conformità alle vigenti norme sulle caratteristiche del legante. Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Le UNI EN 206-1 riassumono le caratteristiche consigliate delle proprietà del calcestruzzo ai fini della durabilità nell'allegato F (solo informativo). Tali caratteristiche si riferiscono ad un calcestruzzo confezionato con cemento di tipo CEM I secondo EN 197-1 (cemento Portland, classe di resistenza 32.5), e con aggregato avente dimensione nominale massima compresa fra 20 e 32 mm. I valori, inoltre, si riferiscono ad una vita utile di 50 anni.

La tabella seguente riassume i valori consigliati.

**CARATTERISTICHE CONSIGLIATE DEI CALCESTRUZZI PER LA DURABILITÀ (UNI EN206-1, ALL. F)**

|  |     | Rapporto<br>a/c | Classe resistenza<br>cubica minima<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | Contenuto<br>minimo di<br>cemento<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Contenuto<br>minimo aria<br>(%) | Altri requisiti |
|--|-----|-----------------|--|---|---------------------------------|-----------------|
| Nessun rischio                           | X0  |                 | 15   |   |                                 |                 |
| Corrosione da<br>carbonatazione          | XC1 | 0.65            | 25   | 260   |                                 |                 |
|  | XC2 | 0.60            | 30   | 280   |                                 |                 |
|  | XC3 | 0.55            | 37   | 280   |                                 |                 |
|  | XC4 | 0.50            | 37   | 300   |                                 |                 |
| Corrosione da<br>cloruri acqua<br>marina | XS1 | 0.50            | 37   | 300   |                                 |                 |
|  | XS2 | 0.45            | 45   | 320   |                                 |                 |
|  | XS3 | 0.45            | 45   | 340   |                                 |                 |
| Corrosione da<br>altri cloruri           | XD1 | 0.55            | 37   | 300   |                                 |                 |
|  | XD2 | 0.55            | 37   | 300   |                                 |                 |
|  | XD3 | 0.45            | 45   | 320   |                                 |                 |
| Attacco gelo-                            | XF1 | 0.55            | 37   | 300   |                                 | Aggregati       |

|                 |     |      |    |     |   |  |
|-----------------|-----|------|----|-----|---|--|
| disgelo         | XF2 | 0.55 | 30 | 300 | 4 | secondo<br>prEN12620<br>resistenti al gelo |
|                 | XF3 | 0.50 | 37 | 320 | 4 |  |
|                 | XF4 | 0.45 | 37 | 340 | 4 |  |
| Attacco chimico | XA1 | 0.55 | 37 | 300 |   |  |
|                 | XA2 | 0.50 | 37 | 320 |   | Cemento resistente                         |

|  |     |      |    |     |  |            |
|--|-----|------|----|-----|--|------------|
|  | XA3 | 0.45 | 45 | 360 |  | ai solfati |
|--|-----|------|----|-----|--|------------|

### Art. 15.6 Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2<sup>a</sup> aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione; in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i conglomerati cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5 MPa, all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15 A).

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti 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), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 15 A e comunque almeno una volta all'anno.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

TABELLA 15 A - Caratteristiche degli Aggregati

| CARATTERISTICHE  | PROVE   | NORME                | TOLLERANZA<br>DI ACCETTABILITÀ  |
|--|---|----------------------|---|
| Gelività degli aggregati   | Gelività  | CNR 80 e<br>UNI      | perdita di massa <4% dopo 20 cicli  |
| Resistenza alla abrasione  | Los Angeles   | CNR 34 e<br>UNI      | perdita di massa L.A. 30%   |
| Compattezza degli aggregati  | Degradabilità<br>alle soluzioni solfatiche  | UNI 8520 parte<br>10 | perdita di massa dopo 5 cicli<br>$\leq 10\%$  |
| Presenza di gesso e<br>solfati solubili  | Analisi chimica degli<br>inerti   | UNI 8520 parte<br>11 | $SO_3 \leq 0,05\%$  |
| Presenza di argille  | Equivalente in sabbia   | UNI 8520 parte<br>15 | $ES \geq 80$<br>$VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini                               |
| Presenza di pirite, marcasite,<br>pirrotina e quarzo ad<br>estinzione ondulata | Analisi petrografica  | UNI 8520 parte 4     | assenti   |
| Presenza di sostanze<br>organiche  | Determinazio<br>ne<br>colorimetrica   | UNI 8520 parte<br>14 | Per aggregato fine: colore della<br>soluzione più chiaro dello<br>standard di riferimento |
| Presenza di forme di<br>silice reattiva  | Potenziale reattività<br>dell'aggregato:<br>metodo chimico;<br><br>Potenziale attività delle<br>miscele cemento<br>aggregati: - metodo del  | UNI 8520 parte<br>22 | UNI 8520 parte 22 Punto 4<br><br><br><br><br><br>UNI 8520 parte 22 Punto 5                |
| Presenza di cloruri solubili   | Analisi chimica   | UNI 8520 parte       | $Cl \leq 0,05\%$  |
| Coefficiente di forma e<br>di appiattimento                                    | Determinazione dei<br>coefficienti di forma<br>e di appiattimento   | UNI 8520 parte<br>18 | $C_f \geq 0,15$ ( $D_{\max}=32$<br>mm) $C_f \geq 0,12$                                    |
| Frequenza delle prove  | La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m <sup>3</sup> di aggregati impiegati. |                      |   |

Nella tabella 15 A sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni 8000 m<sup>3</sup> impiegati.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 m<sup>3</sup> di aggregati impiegati.

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

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici (norma UNI 8981/5).

Per realizzare conglomerati cementizi per strati coibenti, colmature di solai di copertura, ecc., si dovrà utilizzare come aggregato, un metro cubo di argilla espansa per ogni 200 kg di cemento.

#### Art. 15.7 Acqua di impasto

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate in questo volume.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

#### Art. 15.8 Additivi

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.

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

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto ed il certificato d'origine fornito dal produttore, che attesti la Conformità, a quanto preliminarmente approvato, circa le caratteristiche dell'additivo.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

#### Art. 15.9 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 15 C) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

#### Art. 15.10 Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 15 B in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (D<sub>max</sub>) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260.

TABELLA 15 B - Dosaggio richiesto di aria inglobata

| Dmax           | % aria    |
|----------------|-----------|
| Aggregati (mm) | occlusa * |
| 10,0           | 7,0       |
| 12,5           | 6,5       |
| 20,0           | 6,0       |
| 25,0           | 5,0       |
| 40,0           | 4,5       |
| 50,0           | 4,0       |
| 75,0           | 3,5       |

(\*) Tolleranza  $\pm 1\%$

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento simile.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfere di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

#### Art. 15.11 Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche, dopo la maturazione a 28 gg.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

#### Art. 15.12 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo, che dovranno essere esenti da cloruri, abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

#### Art. 15.13 Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Potranno essere impiegati aggiunte minerali in polvere costituiti da silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume), o da superfluidificanti posti su un supporto costituito dalla silice amorfa di cui sopra.

Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo, disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, limitata all'intervallo 5-10% sul peso del cemento più aggiunte, dovrà essere definita in sede di qualifica preliminare d'intesa con il Progettista in relazione alle caratteristiche del calcestruzzo richieste in fase progettuale.

In via preliminare dovrà essere eseguita una verifica del campione mediante immersione di provini in soluzione al 30% di  $\text{CaCl}_2$  a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

Le caratteristiche tecniche previste secondo la Norma NFP 18-502 dovranno essere le seguenti:

| Parametro                                  |                             |
|--|-----------------------------|
| $\text{SiO}_2$                             | >85%                        |
| $\text{CaO SO}_3$                          | <1,2%                       |
| $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ | <2,5%                       |
| Cl   | <4,0%                       |
| Area specifica B.E.T.                      | <0,2%                       |
| Massa volumica                             | 20-35 $\text{m}^2/\text{g}$ |
| assoluta                                   | 2,1-2,3 $\text{kg/l}$       |

Al fine di ottenere una corretta progettazione del mix design del conglomerato cementizio, ove è previsto l'impiego della silicafume, il rapporto tra la stessa ed il cemento sarà di 1/1, per la distribuzione delle parti fini e la definizione del rapporto a/c (per l'ottenimento delle resistenze inferiori a 7 d l'apporto della silice non dovrà essere presa in considerazione).

#### Art. 15.14 Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella tabella 15 C, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;

- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

TABELLA 15 C Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi

(Norme UNI 9858 e ENV 206)



| TIPO DI<br>CONGLOMERATO<br>TO<br>CEMENTIZIO | IMPIEGO<br>DEI<br>CONGLOMERATI<br>CEMENTIZI  | CEMENTI<br>AMMESSI<br>a) *              | MASSIMO<br>RAPPORTO<br>O A/C<br>AMMESSO | CONSISTENZA<br>UNI 9418<br>abbassamento<br>o al cono | ACQUA<br>ESSUDATA<br>A UNI<br>7122 | CLASSI<br>$f_{ck}$<br>$R_{ck}$<br>****<br>Classi<br>di<br>resist.<br>minime |
|---|--|---|---|--|------------------------------------|---|
| I   | - Impalcati in c.a. e c.a.p., pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a 8,00 m, new jersey;   | CEM III<br>CEM                          | 0,45                                    | S4<br>16÷20 cm ***                                   | $\leq 0,1\%$                       | $\geq 32/40$<br>MPa   |
| II  | - Muri di sottoscarpa e controripa in c.a., ponticelli di luce fino a 8,00 m<br>- Tombini scatolari;<br>- Fondazioni armate (plinti, pali, diaframmi, ecc.);<br>- Conglomerati cementizi per cunette, cordoli, pavimentazioni; | CEM III<br>CEM IV<br>CEM I II<br>e V ** | 0,50                                    | S4<br>16÷20 cm ***                                   | $\leq 0,1\%$                       | $\geq 25/30$<br>MPa   |

|   |   |                    |      |              |        |             |
|---|---|--------------------|------|--------------|--------|-------------|
| III   | - Muri di sottoscampa e controripa in conglomerato cementizio anche se debolmente armato (fino ad un max di 30 kg di acciaio per metro cubo); | CEM                |      | S4           |        |             |
|   | - Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinte, ecc.);   | III CEM            | 0,55 | 16÷20 cm *** | ≤ 0,2% | ≥ 20/25 MPa |
|   | - Rivestimenti di tubazione (tombini tubolari, ecc.) e riempimenti;   | IV I II e CEM V ** |      |              |        |             |
|   | - Prismi per difese   |                    |      |              |        |             |
| <p>a) - Per le barriere in conglomerato cementizio tipo New Jersey, si farà esclusivamente uso di cemento tipo III 42,5 o 42,5R</p> <p>* - In presenza di concentrazioni di solfati e CO<sub>2</sub> aggressiva, valgono le prescrizioni del successivo punto</p> <p>** - Ammesso alle condizioni di cui al precedente punto 4.14.3</p> <p>*** - Tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedano abbassamenti al cono minori; e/o diverse prescrizioni progettuali.</p> <p>**** - Il simbolo <math>f_{ck}</math> si riferisce a provini cilindrici mentre il simbolo <math>R_{ck}</math> si riferisce a quelli cubici</p> <p>***** - Salvo diverse esigenze e/o prescrizioni progettuali.</p> |   |                    |      |              |        |             |

#### Art. 15.15 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. in vigore).

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (UNI 9858/91);
- resistenza caratteristica a compressione  $f_{ch}$  o  $R_{ck}$ ;

- durabilità delle opere (UNI 8981);
- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- eventuali tipi di additivi e di aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);
- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Impresa intenderà utilizzare.

L'Impresa dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

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 e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 15 C.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858/91.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con materiali idonei ed avere classe di resistenza  $\geq$  di 12/15 MPa.

#### Art. 15.17 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

#### Art. 15.16 Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del in vigore).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera, per ogni singola parte di essa e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Per ogni prelievo eseguito dovranno essere confezionati minimo 4 provini, per le strutture in c.a. e minimo 6 provini per le strutture in c.a.p..

Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori, o del Responsabile Controllo Qualità Materiali da lui incaricato e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).

Con i provini della prima serie (coppia) di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura di seguito elencate:

- 7 d per i cementi armati;
- 3 d e 7 d per i cementi armati precompressi.

Potranno inoltre essere confezionati e sottoposte a prova ulteriori quantità di provini secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori. I risultati delle prove di rottura, effettuati sui provini della prima serie (coppia) di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica a compressione a 28 d di maturazione accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata negli elaborati progettuali.

Nel caso che, la resistenza caratteristica ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali, sui provini della seconda serie di prelievi, risultasse un valore ( $f_{ck}$  o  $R_{ck}$ ) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

Nulla sarà dovuto all'Impresa se la resistenza ( $f_{ck}$  o  $R_{ck}$ ) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

## Art. 15.18 Durabilità dei conglomerati cementizi

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, di cloruri, anidride carbonica aggressiva ecc..

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI.

Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, 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.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981/87 parte 2a e parte 3a, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/87 e 9606/90; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 15 C.

In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di permeabilità, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

|   |  |                  |
|---|--|------------------|
| - | riduzione del modulo d'elasticità:                 | 20%              |
| - | perdita di massa:                                  | 2%               |
| - | espansione lineare:                                | 0.2%             |
| - | coefficiente di permeabilità:<br>. prima dei cicli | $10^{-9}$ cm/sec |
|   | . dopo i cicli                                     | $10^{-8}$ cm/sec |

La prova di permeabilità sarà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg (specificata riportata al successivo punto 4.11.31).

La prova d'assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura sarà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato sarà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

#### Art. 15.19 Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. del in vigore) nonché delle Leggi 02/02/1974 n. 64 (D.M. 19/06/1984; D.M. 29/01/1985; DM.LL.PP. 24/01/86; D.M. 04/05/1990; con relative istruzioni e successivi aggiornamenti) e le

Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91.

#### Art. 15.20 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi, delle aggiunte minerali e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio e i valori minimi saranno quelli del punto 9.1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati.

Alla fine d'ogni turno di lavoro l'Impresa dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.

La mancata consegna dei tabulati comporterà la non accettazione del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa.

La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Per l'acqua è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua degli additivi e delle aggiunte dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento degli additivi e delle aggiunte minerali debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi.

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 d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.

**Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.**

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare, tenuto conto di quanto esposto nel paragrafo che segue.

15.20.1 Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale sono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K

Affinché il materiale sottoposto alle temperature esterne sopracitate non subisca danni irreparabili dovuti ad aumento di volume, (formazione del ghiaccio) e quindi al generarsi di tensioni interne, si rende necessaria l'adozione (in ordine cronologico) dei seguenti accorgimenti:

- 1- Rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutasi a formare durante le ore in cui la temperatura subisce i cali maggiori (es. ore notturne).
- 2- Riscaldare il conglomerato cementizio durante la miscelazione attraverso il riscaldamento dei suoi ingredienti (prioritariamente l'acqua).
- 3- Calcolare il raffreddamento del calcestruzzo durante il trasporto.
- 4- Tenere conto dell'inevitabile raffreddamento del conglomerato cementizio durante il getto dalla betoniera nel cassero.
- 5- Isolare termicamente il getto per mantenere la temperatura a minimo 283 K riducendo la dissipazione del calore d'idratazione sviluppata.

Come si evince dalla lettura dei punti 2 e 3, l'Impresa, oltre a dover rispettare i parametri dichiarati in sede di studio progettuale, dovrà garantire una temperatura del conglomerato cementizio, tale da permettere l'ottenimento, durante la fase di maturazione, di minimo 283 K.

Al fine di conferire al getto un adeguato isolamento termico, atto a mantenere una temperatura costante di 283 K all'interno dei casseri, risulta necessario coibentare i casseri stessi, nonché proteggere le superfici esposte (solette) con idonee coperture.

Tutto ciò premesso, nella scelta degli accorgimenti occorrerà tenere conto dei seguenti parametri:

- spessore minimo della struttura;
- temperatura dell'ambiente;
- dosaggio di cemento;
- resistenza termica del cassero e dell'eventuale protezione aggiuntiva, affinché sia garantita la temperatura di cui sopra per un periodo minimo di permanenza nei casseri del conglomerato di 7 (sette) giorni.

Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono, ma integrano, quelle che devono essere le caratteristiche peculiari di un conglomerato cementizio qualitativamente elevato, ossia il mantenimento del rapporto acqua/cemento entro il limite richiesto, un'adeguata lavorabilità tale da consentire un regolare deflusso ed assestamento del conglomerato entro i casseri e tra i ferri d'armatura, la quantità d'aria microocclusa in funzione del diametro massimo (D max) dell'aggregato ed infine, una corretta maturazione affinché si prevenga la formazione di fessure da "ritiro plastico".

I dettagli operativi, atti a garantire le prestazioni richieste, saranno inseriti dall'Impresa nello studio progettuale, secondo quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

## Art. 15.21 Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacalmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

## Art. 15.22 Posa in opera

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

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

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

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

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

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

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

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che



la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

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

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

#### Art. 15.23 Stagionatura e disarmo, prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione

Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5÷1,5 kg/m<sup>3</sup>.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

#### Art. 15.24 Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita d'umidità per evaporazione.

#### Art. 15.25 Disarmo e scasseratura

Durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità d'urti, vibrazioni e sollecitazioni d'ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

#### Art. 15.26 Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

#### Art. 15.27 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'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 d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni d'opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Quando previsto in progetto, le murature in conglomerato cementizio saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti 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.

Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nulla è dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

#### Art. 15.28 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 4.14.15 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono d'ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori.

Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale.

Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Qualora l'abbassamento, con tolleranza di  $\pm 1$  cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta s'impieghi un additivo aerante e dovrà essere effettuata sul contenuto d'ogni betoniera, dal personale del laboratorio dell'Impresa e dal personale del laboratorio della Direzione Lavori; quando il contenuto percentuale d'aria microocclusa non sarà quello preliminarmente stabilito, l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere.

Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Essa sarà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase d'indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli Fischer, contenuto d'aria da aerante, ecc..

#### Art. 15.29 Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme d'esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. in vigore) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza d'acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm.

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 in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

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

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

#### Art. 15.30 Armatura di precompressione

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi d'applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego d'appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini d'acciaio. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda all'articolo specifico delle presenti Norme Tecniche.

#### Art. 15.31 Protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti

Di norma la Società provvede direttamente, tramite Impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti.

Qualunque sia la tipologia dell'impianto l'impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi occorrenti per la loro fornitura e posa in opera e dovrà coordinarsi in tal senso con l'impresa specializzata.

L'Impresa, quando espressamente previsto, resta obbligata inoltre a prestare assistenza alla posa in opera degli impianti.

#### Art. 15.32 Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente. La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

#### Art. 15.33 Apparecchiature e materiali impiegati nella prova

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;
- cilindri di gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n. 2 cronometri.

#### Art. 15.34 Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori

da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.

Nella parte superiore del foro è inserito un cilindro di gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima è raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale è creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ( $T > 3000$  s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

#### Art. 15.35 Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria d'appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di 1,00 m<sup>2</sup> e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli riportati in tabella.

| TEMPO      | GIUDIZIO    | CATEGORIA |
|------------|-------------|-----------|
| < 30       | Scarso      | 0,00      |
| 30 - 100   | Sufficiente | 1,00      |
| 100 - 300  | Discreto    | 2,00      |
| 300 - 1000 | Buono       | 3,00      |
| > 1000     | Eccellente  | 4,00      |

#### Art. 15.36 Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo d'eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

Al conglomerato che sarà definito come "scarso" sarà applicata una penale del 25%, sul valore dell'intero lotto che non soddisfa i requisiti.

## Art. 15.37 Rivestimento delle pareti di scavo, pendici o pozzi di fondazione

Il rivestimento delle pareti, di scavo pendici o di pozzi di fondazione sarà eseguito con conglomerato cementizio spruzzato.

Detto conglomerato dovrà essere confezionato nel rispetto dei precedenti paragrafi delle presenti Norme; dovrà avere classe di resistenza a 28 d  $\geq 28/35$  MPa, a 24 h non inferiore a 10 MPa e a 15 MPa a 48 h, confezionato con aggregati d'appropriata granulometria continua e di dimensioni non superiori a 12 mm, tali da poter essere proiettati ad umido o a secco con le normali attrezzature da "spritz", salvo diverse prescrizioni progettuali.

Il rapporto acqua cemento non dovrà essere superiore a 0,5.

Per conseguire fluidità, coesione e rapidità di presa, senza compromettere le caratteristiche di resistenza del conglomerato, potrà essere impiegato cemento di tipo II (con esclusione dei tipi A-L, B-L) avente tenore di C<sub>3</sub>A inferiore al 5% (ed avente un grado di finezza Blaine maggiore di 4.500 cm<sup>2</sup>/g), di tipo III o di tipo IV, tutti di classe 42,5 o 42,5R in ragione di minimo 450 kg per metro cubo d'impasto, con l'adozione d'additivi ad azione superfluidificante e/o inibitrice d'idratazione ed accelerante di presa, compatibili con il cemento impiegato.

Trattasi in particolare di:

- additivo riduttore d'acqua iperfluidificante in grado di mantenere la consistenza del conglomerato (miscela base) costante per 90 minuti;
- eventuale silice ad elevata superficie specifica, (silicafume) attivata e compattata, in ragione di un tenore compreso tra il 5% e il 10%, in relazione alle richieste progettuali;
- additivo accelerante di presa non caustico, con rapporto ponderale SiO<sub>2</sub> / Na<sub>2</sub>O  $\geq$  di 3,4, privo d'alluminati, a base di composti contenenti biossido di silicio e polimeri di sintesi, il cui effetto si espliciti sia attraverso l'istantanea perdita di lavorabilità dovuta all'incompatibilità fisico-chimica con l'additivo riduttore d'acqua iperfluidificante, che all'istantanea accelerazione della presa.

L'accelerante di presa dovrà essere aggiunto in corrispondenza della lancia di proiezione ed in ragione massima del 12% (peso/peso) sul peso del legante.

La classe di consistenza dovrà essere di tipo S4 e specificamente 18 cm  $\pm$  1 cm, costante, dal momento del confezionamento sino al momento della proiezione per 90 min.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Impresa alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai paragrafi precedenti.

La qualifica preliminare del conglomerato cementizio, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuati con l'osservanza del disposto delle presenti Norme.

I prelievi di controllo della miscela base (conglomerato non accelerato) andranno eseguiti con frequenza giornaliera per ogni singola opera sottoposta alla lavorazione, il valore di resistenza sarà determinato sulla media di due provini cubici, di lato 15 cm.

Il controllo del prodotto finito sarà eseguito in opera mediante carotaggi; la resistenza a compressione sarà determinata sulla media di due prelievi (carote) per ogni giorno di getto d'ogni opera interessata alla lavorazione, prelevati secondo UNI 6131 e provati secondo UNI 6132.

Per normalizzare i risultati ottenuti su carote aventi rapporti h/d diversi da 1 si prenderà in considerazione la snellezza  $\lambda = h/d$ . La stima della resistenza cubica  $R_c$  (MPa) del calcestruzzo proiettato a partire dalla resistenza compressione sui cilindri  $f/\lambda$  (MPa) dovrà essere calcolata secondo la seguente formula:

$$R_c = \frac{2.5}{1.5 + 1/\lambda} \times \lambda$$

Al fine di tenere nella dovuta considerazione l'effetto di disturbo indotto nel calcestruzzo, il valore di  $R_c$  dovrà essere incrementato del 20%.

In base ai risultati ottenuti, la resistenza cubica caratteristica a compressione ( $R_{ck}$ ) è stimata secondo quanto indicato nella normativa UNI 9858.

Per la valutazione delle resistenze a 24 h ed a 48 h (il valore ottenuto sarà definito come resistenza stimata " $R_{stim}$ ") si dovrà adottare il metodo dello sparo ed estrazione di chiodi tramite l'utilizzo di:

- Pistola di sicurezza spara chiodi (tipo HILTI DX 450 L o equivalente con pistone 45 M6-8Lpreselezionata in posizione 1) dotata di cartucce esplosive (propulsori tipo HILTI 6,8/11 M di colore verde o equivalenti) d'intensità nota, codice di potenza 02, in grado di fornire al chiodo un'energia che conferisca al chiodo stesso una velocità iniziale compresa tra i 50 ed i 70 m/s (che deve essere dichiarata dal costruttore).
- Chiodi (prigionieri) (tipo HILTI M6-8-52 D12 e tipo HILTI M6-8-72 D12 o equivalente) filettati (M6-8) in acciaio al carbonio  $HRC55.5 \pm 1$ , diametro 37 mm e con rivestimento in zinco di  $5 \div 13$  m, la lunghezza del gambo dei chiodi è prefissata ed è pari a 52 o 72 mm.
- Apparecchio estrattore (tipo HILTI tester 4 o equivalente) in grado di misurare la forza d'estrazione con la tolleranza di  $\pm 100$  N; tale apparecchiatura dovrà essere corredata della curva di taratura che mette in relazione il valore letto del carico col valore corretto del carico medesimo.

Le modalità d'esecuzione della prova e le tabelle di correlazione per l'estrapolazione dei dati saranno indicate dalla Direzione Lavori e saranno comunque conformi a quanto riportato in "Linee guida per il calcestruzzo proiettato" (ed. Austrian Concrete Society - ed. 1997).

Le resistenze dovranno essere quelle di progetto e comunque non inferiori a:

$R_{stim}$  a 24 h  $\geq 10$  MPa con la tolleranza di - 1 MPa

$R_{stim}$  a 48 h  $\geq 15$  MPa con la tolleranza di - 1 MPa

Classe di resistenza a 28 d  $\geq 28/35$  MPa

I controlli andranno eseguiti con frequenza giornaliera ed il valore di resistenza sarà determinato sulla media d'otto chiodi o di due provini (carotaggi) per ogni controllo.

Negli attimi precedenti alla proiezione del conglomerato, dovranno essere confezionati per ogni giorno di getto, n. 2 provini di calcestruzzo privo d'accelerante al fine di accertare l'effettivo abbattimento delle resistenze causato dall'aggiunta dello stesso; i provini saranno sottoposti a controllo così come previsto dalle presenti Norme Tecniche.

Il controllo, ai fini della contabilizzazione, della resistenza caratteristica sarà eseguito esclusivamente sulla scorta dei risultati della rottura a compressione dei carotaggi eseguiti in opera.

Qualora le resistenze alle diverse maturazioni fossero inferiori a quanto previsto saranno applicate delle penalità. Le prove per la determinazione della resistenza stimata  $R_{stim}$  saranno eseguite dal personale tecnico della Direzione Lavori in contraddittorio con il personale tecnico dell'Impresa la quale dovrà farsi carico di tutti gli oneri relativi alle prove eseguite.

Le prove di rottura a compressione andranno eseguite presso Laboratori indicati dalla Direzione Lavori ed i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto applicabile e non in contrasto con le presenti Norme, per le modalità di confezionamento, messa in opera e verifica delle resistenze si farà costante riferimento alle raccomandazioni europee EFNARC (final draft) versione ottobre 1993, ed "Linee guida per il calcestruzzo spruzzato" Austrian Concrete Society ed.1997, nella attesa che sia pubblicata la corrispondente Normativa Italiana, attualmente in fase di redazione.



Il rivestimento in conglomerato cementizio spruzzato, in relazione alle previsioni di progetto, potrà essere armato con rete in barre d'acciaio a maglie elettrosaldate o, in alternativa, con fibre d'acciaio.

Le fibre d'acciaio per la confezione del conglomerato armato con fibre dovranno essere realizzate con filo ottenuto per trafilatura d'acciaio a basso contenuto di carbonio, del diametro di 0,5 mm circa, avente tensione di rottura per trazione ( $f$ )  $\geq$  di 1.200 MPa e tensione di scostamento dalla proporzionalità avente ( $f_p$  0,2)  $\geq$  900 MPa ed allungamento minimo  $\leq$  del 2,0%; le fibre dovranno essere lunghe 30 mm, rapporto d'aspetto (L/D)= 60 ed avere le estremità sagomate ad uncino.

Per agevolare l'uniforme distribuzione delle fibre nell'impasto, le stesse dovranno essere confezionate in pacchetti di più fibre affiancate, tra loro unite con speciale collante rapidamente solubile nell'acqua d'impasto.

La quantità di fibre d'acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato dovrà essere quella prevista in progetto; le fibre dovranno essere incorporate nel conglomerato già impastato avendo cura che la loro immissione e l'ulteriore miscelazione dell'impasto avvengano immediatamente prima della posa in opera.

Qualora il conglomerato fosse prescritto dal progettista come fibrorinforzato, si determinerà, con frequenza settimanale la quantità d'energia assorbita mediante punzonamento su piastra.

Tale valore dovrà risultare  $\geq$  500 joule.

La rete d'armatura, posta in opera preliminarmente ed inglobata nel conglomerato in fase di proiezione, dovrà essere conforme alle prescrizioni delle presenti Norme.

Qualora la classe di resistenza a 28 d non sarà  $\geq$  28/35 MPa, sarà applicata una penalità pari al 20% del prezzo unitario al metro cubo sull'intera produzione giornaliera desunta dal giornale dei lavori e/o dai tabulati di stampa prodotti dall'impianto di betonaggio.

Quando gli spessori minimi rilevati dalla misurazione dei prelievi eseguiti in opera, fossero inferiori a quelli minimi previsti, la Direzione Lavori non terrà conto della lavorazione fino a che non siano stati ripristinati gli spessori minimi progettualmente richiesti.

## **Art. 16 MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO**

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati può essere autorizzato dal Progettista quando lo stesso avrà preso visione dei documenti richiesti dall'art. 9 della legge 1086 e avrà verificato la previsione d'utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto.

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n. 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti), delle Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati.

Per la confezione del conglomerato cementizio si farà riferimento a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche, compreso qualora fosse previsto, la descrizione del ciclo termico per la maturazione accelerata a vapore; inoltre nel caso in cui ci facesse ricorso i cicli di stagionatura dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà produrre, per ogni giorno di lavorazione, grazie all'utilizzo di un registratore di dati del ciclo termico, la documentazione attestante la rispondenza del ciclo stesso, a quello approvato dalla Direzione Lavori.

Qualora ciò non avvenisse, la Direzione Lavori rifiuterà l'intera produzione della giornata di lavoro non monitorata, senza che all'Impresa debba essere riconosciuto alcun compenso.

Tra la fine del ciclo di maturazione accelerata e lo scassero dell'elemento prefabbricato, non potranno passare meno di 3 (tre) ore.

In presenza d'elementi prefabbricati in c.a.p. sottoposti a maturazione accelerata a vapore, l'Impresa farà maturare, nelle stesse condizioni dell'elemento n. 2 provini cubici aventi lato 15 cm, che saranno sottoposti a rottura a compressione monoassiale presso il laboratorio di cantiere, prima di procedere alle fasi di tesatura; i risultati riferiti a dette prove saranno registrati e trasmessi con cadenza giornaliera alla Direzione Lavori.

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art. 9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'art. 15; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

È in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura ed a spese dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

Quando l'intera produzione sarà dichiarata ultimata, la Direzione Lavori esaminerà ogni elemento prodotto e tenendo nella dovuta considerazione tutti i parametri sopracitati, a suo insindacabile giudizio, accetterà o no quanto esaminato.

Al termine della verifica, dovrà essere redatto in contraddittorio tra Impresa e Direzione lavori un apposito verbale riportante tra l'altro, il numero totale degli elementi prodotti, il numero degli elementi considerati conformi ed il numero degli elementi considerati non conformi.

Gli elementi considerati non conformi saranno ritenuti non idonei all'impiego, la loro sostituzione sarà a totale cura e spese dell'Impresa la quale, prima di procedere al trasporto dei nuovi elementi, dovrà sottoporre gli stessi ai controlli di cui sopra.

## **Art. 16.a CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE**

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere 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 adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero 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.

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

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

## **Art. 16.b SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

### 16.b.1 Verniciature

Rivestimento protettivo delle strutture in conglomerato cementizio mediante vernice monocomponente a base di resine metacriliche in solvente organico avente le caratteristiche specificate di seguito ed applicata attraverso un ciclo di tre mani stese con pennello, con rullo o, qualora espressamente autorizzato dalla D.L., mediante airless:

- una prima mano di primer a bassa viscosità per un consumo minimo di 150 gr/m<sup>2</sup>, seguita da altre due mani di vernice per un consumo minimo totale (per tali due mani) di 500 gr/m<sup>2</sup>;

Lo spessore di film secco applicato non dovrà mai risultare in nessun punto inferiore ai 200 micron.

Compreso il trattamento preventivo delle superfici da proteggere da eseguirsi a mezzo di sabbiatrici ad alta pressione ( $\geq 12$  Atm) con solo sabbia silicea o con idrosabbiatrici operante con un impasto di acqua e sabbia fino a pressione max di 400 Atm.

### 16.b.2 Norme Tecniche

Caratteristiche tecniche:

- peso specifico del prodotto tal quale (determinato secondo ASTM D1475): 1,2-1,3 gr/cm<sup>3</sup>
- peso specifico medio del contenuto solido primer più tinta (determinato secondo ASTM D1963): 1,5-1,6 gr/cm<sup>3</sup>
- contenuto solido del residuo secco (determinato secondo ASTM D1644):  $\geq 60\% \pm 5\%$
- viscosità media del primer (determinata secondo ASTM D2196):  $\leq 180$  cP

- viscosità media della vernice (determinata secondo ASTM D2196):  $\leq 2000$  cP
- permeabilità al vapore d'acqua (determinata secondo DIN 52615) eseguita su uno spessore di 100 micron:  $\leq 1,4 \cdot 10^{-4}$
- adesione al calcestruzzo (determinata mediante Adhesion Tester).

## **Art. 17 PROFILI IN PVC DI TENUTA IDRAULICA (WATER-STOPS)**

### Art. 17.1 Generalità

Nei giunti di dilatazione/contrazione delle strutture in calcestruzzo, ove necessario verranno impiegati elementi di tenuta aventi forma e dimensioni tali da impedire il passaggio delle acque garantendo così la perfetta impermeabilità delle strutture.

I profili di tenuta saranno costituiti da nastri di PVC aventi la forma e la larghezza riportati sui Disegni di Progetto o indicati dalla Direzione Lavori.

### Art. 17.2 Materiale

I profili in PVC per la formazione di giunti a tenuta idraulica dovranno presentare una elevata resistenza all'azione aggressiva delle acque, all'invecchiamento ed alle sollecitazioni meccaniche.

I nastri in PVC dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

| <b>Prove</b>                      | <b>Requisiti</b>               |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Durezza Shore a + 20°C            | $70 \pm 4$                     |
| Peso specifico                    | $1,25 \text{ kg/dmc} \pm 0.03$ |
| Resistenza alla trazione a + 20°C | $10 \text{ N/mm}^2$            |
| Allungamento a rottura            | 270 %                          |
| Limiti di temperatura             | - 35°C + 60°C                  |

La larghezza dei profili in PVC potranno variare da 20 a 30 cm.

### Art. 17.3 Posa in Opera

I nastri saranno posizionati con il bulbo nella mezzeria del giunto di dilatazione come indicato sui Disegni Esecutivi.

La posa in opera dei nastri sarà fatta in modo tale da garantire il costante e perfetto loro posizionamento durante le fasi di getto.

Al fine di evitare disallineamenti e piegature dei nastri durante la fase di getto del calcestruzzo, l'Appaltatore dovrà provvedere ad installare adatti sostegni come tondi di acciaio aventi un diametro di circa 10 mm, posti lungo i bordi laterali del nastro a cui verranno fissati i nastri con adeguato filo ad intervallo non superiori a 50 cm, oppure dispositivi equivalenti approvati dalla Direzione Lavori.

I giunti dei nastri di tenuta saranno realizzati per termofusione, nel rispetto delle modalità e temperature massime indicate nelle istruzioni rilasciate dal fornitore dei materiali per i vari tipi di nastro.

I collegamenti saranno perfettamente a tenuta e tali da sopportare un carico a trazione non inferiore all'80% di quello del nastro privo di saldature.

### Art. 17.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 17.4.1 Misurazione

I profili di tenuta idraulica in PVC saranno contabilizzati in base alla lunghezza approvata dalla Direzione Lavori.

#### 17.4.2 Valutazione dei Lavori

I profili di tenuta idraulica in PVC saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, la posa in opera, la saldatura delle giunzioni ed i supporti per garantire il perfetto posizionamento.

## **Art. 18 GIUNTI DI DILATAZIONE PER IMPALCATI DI PONTI E VIADOTTI**

### Art. 18.1 Generalità

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta.

### Art. 18.2 Materiali

I giunti di dilatazione ed impermeabilità delle pavimentazioni stradali saranno del tipo "Pettine" realizzati in acciaio "Corten" Fe 510 D, adatti ad assorbire e permettere scorrimenti di impalcati da 50 a 1000 mm sia per strutture continue che collegate a cerniera.

I giunti di dilatazione dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 04/05/90 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25/02/91 e successive modifiche.

I tipi di giunti ed i materiali di fabbricazione degli stessi saranno indicati sui Disegni di Progetto.

I giunti di dilatazione saranno completi di:

- pettini contrapposti in acciaio di idonee dimensioni,
- bulloni d'acciaio inossidabile a scomparsa nel pettine per fissare lo stesso pettine al sottostante sistema di ancoraggio;
- sistema di ancoraggio realizzato con tirafondi di idonea sezione e lunghezza,
- scossalina di drenaggio in neoprene armata con maglia quadra di juta imputrescibile.

La malta sintetica per il bloccaggio dei giunti di dilatazione sarà a base epossidica ed inerti quarziferi avente una resistenza a compressione non inferiore a 60 N/mm<sup>2</sup> a tre giorni di stagionatura.

Le caratteristiche tecniche ed i dettagli di posa relative ai giunti di dilatazione dovranno essere presentati alla Direzione Lavori per l'approvazione prima di procedere alla loro fornitura.

### Art. 18.3 Posa in Opera

I giunti di dilatazione saranno installati in base ai dettagli riportati sui Disegni Esecutivi approvati, le istruzioni fornite dal fabbricante e le istruzioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore effettuerà tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare: l'adattamento dei casseri; le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa; la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti da annegare nel calcestruzzo, con relative zanche di ancoraggio;

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

In particolare l'Appaltatore dovrà provvedere:

- all'eventuale taglio della pavimentazione mediante idonea sega a disco;
- all'eventuale demolizione della pavimentazione e trasporto a discarica del materiale di risulta;
- alla preparazione dell'estradosso delle solette interessate al giunto mediante bocciardatura spinta a qualsiasi profondità;
- alla soffiatura con aria compressa e successivo lavaggio delle superfici;
- alla fornitura e posa in opera, a monte ed a valle del giunto, di un tubo di drenaggio per la raccolta delle acque provenienti dall'interno delle pavimentazioni;
- alla fornitura e posa in opera di malta epossidica tra soletta e intradosso della struttura formante il giunto vero e proprio per uno spessore massimo di 8 cm;
- alla fornitura e posa in opera della gabbia di armatura del getto di malta;
- all'ancoraggio della gabbia alla soletta da eseguirsi secondo le indicazioni della Direzione Lavori;
- alla fornitura e posa in opera del giunto di dilatazione vero e proprio, completo di ancoraggi alle solette.

La scossalina di drenaggio in neoprene sarà fissata ai bordi mediante adesivo epossidico, previa raschiatura e pulitura delle superfici di ancoraggio.

Il massello di raccordo alla pavimentazione sarà realizzato con malta epossidica steso fino a una profondità massima di 10 cm.

#### Art. 18.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 18.4.1 Misurazione

I giunti di dilatazione saranno contabilizzati in base alla lunghezza approvata dalla Direzione Lavori.

##### 18.4.2 Valutazione dei Lavori

I giunti di dilatazione saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare. I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche Tecniche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura di tutti i materiali, i lavori per la preparazione alla posa e la posa in opera.

### **Art. 19 FERRO TONDO PER IL RINFORZO DI CALCESTRUZZO**

#### Art. 19.1 Materiali

##### a. Acciaio Tondo

L'acciaio tondo da impiegare per i calcestruzzi armati dovrà essere del tipo ad aderenza migliorata qualità B450C controllato in stabilimento.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. dovranno corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il Decreto Ministeriale del 14 Settembre 2005 e s.m.i..

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito alla provenienza ed al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto dalle norme tecniche vigenti.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Appaltatore dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla Direzione Lavori di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Rimane comunque salva la facoltà del Direzione Lavori di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 14/9/2005 e s.m.i..

#### b. Rete Elettrosaldata

La rete elettrosaldata impiegata per il rinforzo del calcestruzzo, sarà composta da barre di acciaio del tipo B450C, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 18 mm, con distanza assiale non superiore a 25 cm.

Le barre d'acciaio saranno saldate elettricamente in tutti i punti d'incrocio delle singole maglie e la saldatura dovrà essere effettuata in modo che venga stabilita una continuità di struttura dei due fili e la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra un quarto ed un mezzo del diametro del filo.

La rete dovrà corrispondere alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il Decreto Ministeriale del 14 Settembre 2005 e s.m.i.

### Art. 19.2 Lavorazione

Il ferro tondo per conglomerato cementizio armato sarà lavorato in base alle liste ferri preparati dall'Appaltatore ed approvati dalla Direzione Lavori. Le liste ferri dovranno essere sottoposte all'approvazione almeno 30 giorni prima dell'esecuzione del getto della struttura a cui si riferiscono.

La Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature dei Disegni Esecutivi senza che l'Appaltatore abbia il diritto di richiedere compensi aggiuntivi al prezzo contrattuale.

Per il taglio e le piegature del ferro tondo l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni al riguardo contenute nelle Norme Tecniche approvate con D.M. del 14 Settembre 2005 e ai successivi aggiornamenti.

### Art. 19.3 Posa in Opera

Per il posizionamento in opera del ferro tondo l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni al riguardo contenute nelle "Norme Tecniche" approvate con D.M. del 14 Febbraio 1992 e ai successivi aggiornamenti.

Il ferro tondo per conglomerato cementizio armato sarà posto in opera in base alle liste ferri preparati dall'Appaltatore ed approvati dalla Direzione Lavori.

Le armature dovranno essere fissate nella loro posizione finale e legate strettamente con fili di ferro una all'altra in modo da formare una gabbia rigida. Il corretto posizionamento a contatto con le casseforme sarà ottenuto mediante adatti distanziatori (elementi in materiale plastico o dispositivi analoghi). L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di Tecniche per le Costruzioni del 14 Settembre 2005 e s.m.i.

Le barre dovranno essere pulite e prive da residui di vernice, pittura, olio ed altri materiali estranei che ne possono pregiudicare l'aderenza. Al momento della posa in opera l'acciaio potrà presentare leggere tracce di ruggine, ma non potrà essere assolutamente ammesso l'impiego di acciaio intaccato dalla ruggine.

Le saldature saranno ammesse solo se consentite caso per caso dalla Direzione Lavori, e realizzate, in tal caso con il metodo per sovrapposizione e secondo le prescrizioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori stessa. Sulle unioni per saldatura dovranno essere eseguite verifiche iniziali e periodiche a cura ed a spese dell'Appaltatore.

Il getto non potrà essere iniziato prima dell'ispezione e approvazione delle armature da parte della Direzione Lavori.

#### Art. 19.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 19.4.1 Misurazione

Il ferro tondo e la rete elettrosaldata per il rinforzo del calcestruzzo saranno contabilizzati in base al peso determinato in base alle dimensioni riportate sulle liste ferri approvate dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore provvederà all'esecuzione dei dettagli contabili delle armature contenenti le liste dei ferri con le quantità in peso corrispondenti alle diverse posizioni.

##### 19.4.2 Valutazione dei Lavori

Il ferro tondo e la rete elettrosaldata per il rinforzo del calcestruzzo saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per chilogrammo.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, la lavorazione, gli sfridi di lavorazione, la posa in opera, le legature, i distanziatori e le eventuali saldature.

### **Art. 20 CONGLOMERATI CEMENTIZI ARMATI PRECOMPRESSI**

#### Art. 20.1 Generalità

I conglomerati cementizi precompressi di progetto riguardano principalmente le travi per i ponti ed i viadotti le cui caratteristiche dimensionali sono indicate sui Disegni di Progetto.

Per quanto concerne la costruzione delle travi si richiama quanto prescritto dal D.M. 14 Settembre 2005 per i conglomerati cementizi normali e precompressi, e le ulteriori prescrizioni che venissero dettate in merito.

Tutti i particolari costruttivi e tecnologici nonché i procedimenti e sistemi che l'Appaltatore intenderà adottare per l'esecuzione, trasporto e posa in opera dei conglomerati cementizi armati precompressi dovranno essere sottoposti in modo dettagliato alla preventiva approvazione della Direzione Lavori che si riserva la facoltà, a suo insindacabile giudizio, di accettarli o modificarli al fine di ottenere manufatti rispondenti alle norme ed alle migliori tecniche costruttive.

In particolare i particolari costruttivi dovranno mostrare quanto segue:

- Tipo, tracciato e sezione dei singoli cavi;
- Fasi di applicazione della precompressione;
- Messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi; Eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- Dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, etc;
- Iniezione nei cavi di precompressione.

Le travi saranno dimensionate per sopportare carichi non inferiori a quelli previsti negli elaborati di progetto.

#### Art. 20.2 Acciaio

L'acciaio da impiegare nelle armature di conglomerati cementizi precompressi dovrà corrispondere ai requisiti stabiliti in merito dal D.M. 14 Settembre 2005 ed a tutte le successive norme e disposizioni emanate od emanande dai competenti organi.



Le armature pretese saranno costituite da trefoli composti da fili di acciaio armonico con resistenza caratteristica non inferiore a 1900 N/mm<sup>2</sup>.

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori i certificati del produttore dell'acciaio comprovanti la composizione chimica e la struttura metallografica al fine di garantire le proprietà meccaniche prescritte. Per l'accertamento della qualità e delle proprietà meccaniche dovrà essere fatto riferimento a quanto riportato nelle UNI 7845, UNI 7846, UNI 556 - Parte 2°, UNI 564, UNI 5292, UNI 6407 e UNI 7675.

### Art. 20.3 Prefabbricazione

La prefabbricazione delle travi dovrà essere eseguita in base a quanto prescritto delle vigenti norme di legge.

Durante la posa in opera delle armature di precompressione, l'Appaltatore dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini di acciaio.

Il calcestruzzo sarà conforme con le specifiche dell'Articolo 21 di questo volume e dovrà avere una resistenza caratteristica  $R_{ck} \geq 55$  N/mm<sup>2</sup>.

L'acciaio per l'armatura lenta sarà del tipo B450C conforme con le specifiche dell'Articolo 26 di questo volume.

La precompressione sarà eseguita con il sistema delle armature pretese aderenti in trefoli composti da fili di acciaio armonico.

Le travi saranno complete di staffe sporgenti all'estradosso delle travi per il collegamento della soletta gettata in opera.

### Art. 20.4 Documentazione, Prove, Controlli e Certificati

La documentazione da depositarsi ai sensi delle vigenti leggi dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati ai carichi previsti negli elaborati di progetto.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle vigenti norme.

I certificati delle prove saranno conservati dal produttore, che opera con sistemi di qualità certificati.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata:

- a. Da apposite istruzioni nelle quali verranno esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.
- b. Da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione.

Copia del certificato di origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori.

### Art. 20.5 Trasporto e Posa in Opera

Le travi in c.a.p. saranno varate nella loro posizione definitiva mediante sollevamento longitudinale o trasversale a mezzo di carroponete, carrelli, gru, derrick, blondin, ecc. o con combinazioni varie di questi sistemi e mezzi.

Il piano di sollevamento/varo, che dovrà essere stato già definito ed approvato in sede di progetto dell'impalcato, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Appaltatore, dovrà essere trasmesso alla Direzione Lavori con congruo anticipo sull'attività di montaggio.

Il piano dovrà essere corredato con l'elenco e le caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi d'opera che l'Appaltatore prevede di utilizzare.

Gli elementi prefabbricati saranno trasportati e posati con adeguati mezzi d'opera ed utilizzando i punti stabiliti di sollevamento ed appoggio al fine di evitare qualsiasi danneggiamento.

I metodi di trasporto e di posa in opera dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori prima di iniziare le attività di installazione.

Le travi in precompresso saranno date in opera complete di tutto quanto è necessario per la formazione dell'impalcato previsto negli elaborati di progetto.

## Art. 20.6 Misurazione e Valutazione dei Lavori

### 20.6.1 Fornitura delle Travi Prefabbricate

#### a. Misurazione

Le travi in calcestruzzo prefabbricato saranno contabilizzate in base alla lunghezza degli elementi approvata dalla Direzione Lavori.

#### b. Valutazione dei Lavori

Le travi in calcestruzzo prefabbricato saranno valutate in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: il calcestruzzo, la precompressione, l'acciaio per l'armatura lenta, le armature pretese in acciaio armonico, le casseforme e le staffe sporgenti per il collegamento della soletta gettata.

### 20.6.2 Posa in Opera (Varo) delle Travi Prefabbricate

#### a. Misurazione

Il varo delle travi in calcestruzzo prefabbricato sarà contabilizzato in base al numero di travi approvato dalla Direzione Lavori.

#### b. Valutazione dei Lavori

Il varo delle travi in calcestruzzo prefabbricato sarà valutato in base al prezzo d'Elenco per ogni trave.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: il trasporto, il sollevamento, il posizionamento in opera a qualsiasi altezza ed i collaudi.

## **CAPO VIII – FONDAZIONI DEL PIANO VIABILE**

### **Art. 21 FONDAZIONE DEL PIANO VIABILE IN MISTO GRANULARE**

#### Art. 21.1 Costituzione

L'ossatura del piano viabile sarà costituita da uno strato di fondazione in misto granulare stabilizzato con legante naturale avente in genere spessori variabili tra 30 e 80 cm in dipendenza della profondità del piano di posa e del tipo di terreno, fino a raggiungere la quota della pavimentazione bituminosa, che verrà successivamente costruita.

#### Art. 21.2 Materiali

Il misto granulare da impiegarsi per lo strato di fondazione stradale potrà essere sia tout venant di cava che tout venant di fiume costituito da una miscela di ghiaia e sabbia catalogabili, secondo l'H.R.B., nelle categorie A1, A2, A3 con indici di gruppo O.

Qualora per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale in alternativa al tout venant di cava o di fiume sia disposto l'impiego di detriti di cava, in questo caso il materiale non dovrà essere suscettibile a deterioramento a seguito dell'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo.

Dal punto di vista granulometrico non sono richieste prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindatura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale di vuoti, di norma la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 10 centimetri.

Per gli strati superiori della fondazione e per uno spessore minimo di 20 cm si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

#### Art. 21.3 Piano di Posa

La stesa dello strato di fondazione dovrà essere preceduta dalla regolarizzazione del piano di posa sia in rilevato che in trincea sagomandolo o livellandolo in modo da ottenere due falde piane della pendenza di almeno 2,50%.

#### Art. 21.4 Posa in Opera

La posa in opera del misto granulare sarà eseguita per strati orizzontali e regolari dello spessore non superiore a 40 cm (spessore compattato) salvo diverse prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori in base alle reali caratteristiche del materiale da compattare.

Il materiale verrà steso e regolarizzato in modo che la superficie d'appoggio della pavimentazione in sezione trasversale e per tratti stradali in rettilineo risulti costituita da due falde inclinate verso l'esterno avente pendenza trasversale indicata sui Disegni di Progetto. Alle banchine sarà assegnata in genere la pendenza trasversale del 2,50%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza trasversale indicata sui Disegni di Progetto o che la Direzione Lavori stabilirà caso per caso in relazione al raggio della curva con gli opportuni raccordi della superficie con i tratti di rettilineo precedenti e seguenti.

La stesa del tout-venant dovrà essere effettuata per tratti non superiori a ml 100; seguirà immediatamente la compattazione del medesimo prima di procedere alla stesa sul tratto successivo.

## Art. 21.5 Compattazione

La compattazione meccanica dovrà essere eseguita con rulli vibranti semoventi aventi il tamburo vibrante con un peso minimo di 5 tonnellate oppure con rulli compressori statici del peso di 16 ÷ 18 tonnellate.

La velocità dei rulli durante la compattazione non dovrà superare 3 Km/ora.

La compattazione del materiale dovrà essere eseguita con un numero di passate sufficienti affinché la fondazione (massicciata) risulti perfettamente sagomata e sufficientemente serrata.

La compattazione minima da raggiungere sarà quella ottenuta con 6 passate di rullo vibrante semovente munito di tamburo liscio avente un peso per centimetro di asse tamburo vibrante non inferiore a 25 kg.

Al fine di facilitare la compattazione l'Appaltatore dovrà se necessario, anche a irrorare con acqua il materiale prima di procedere alla rullatura.

Ad evitare che, durante l'esecuzione della compattazione eventuali infiltrazioni di acqua piovana possano rammollire il terreno sottostante e provocare, sotto forma di fango, il rifluire in superficie delle materie terrose attraverso i meati della fondazione stessa, saranno praticati frequenti tagli nella banchina normalmente all'asse stradale, con pendenza verso l'esterno, in modo tale da rendere possibile il pronto smaltimento dei ristagni di acqua.

Il lavoro di compattazione dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso il centro; i rulli dovranno essere condotti in modo che nel compattare la prima striscia marginale il tamburo venga a comprimere una zona di banchina larga almeno 20 cm e che nel compattare le strisce successive ci sia una sovrapposizione di almeno 20 cm con la striscia precedente.

Per eventuali controlli relativi alle prestazioni ed alle produzioni giornaliere dei rulli compressori, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che i mezzi d'opera siano muniti di adatti ed idonei contachilometri e dispositivi automatici per il controllo del grado di compattazione. L'applicazione di tali strumenti sarà fatta in guisa di rendere impossibile qualsiasi alterazione nel loro funzionamento.

## Art. 21.6 Misurazione e Valutazione dei Lavori

### 21.6.1 Misurazione

La fondazione in misto granulare stabilizzato sarà contabilizzata in base al volume approvato dalla Direzione Lavori.

### 21.6.2 Valutazione dei Lavori

La fondazione in misto granulare stabilizzato sarà valutata in base ai prezzi d'Elenco per metro cubo.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte senza ed in particolare: la fornitura del materiale, il trasporto, la posa in opera, e la compattazione.

## **Art. 22 FONDAZIONE DEL PIANO VIABILE IN MISTO CEMENTATO**

### Art. 22.1 Costituzione

Il misto cementato sarà costituito da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume.

La fondazione in misto cementato avrà gli spessori indicati sui Disegni di Progetto.

## Art. 22.2 Materiali

### 22.2.1 Legante

Il cemento sarà della classe 32,5 N rispondente ai requisiti specificati nel Paragrafo 15.4.3 di questo volume.

### 22.2.2 Inerti

Gli inerti saranno costituiti da ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% e il 60% in peso sul totale degli inerti.

La Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite sopra stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm).

Gli inerti dovranno avere dimensioni non superiori a 40 mm e saranno privi di elementi aventi forma appiattita, allungata o lenticolare.

La granulometria degli inerti dovrà avere un andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti ed, a titolo orientativo, potrà essere compresa nel seguente fuso:

| Serie Crivelli e Setacci UNI | Miscela Passante (% Totale in Peso) |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Crivello 40                  | 100                                 |
| Crivello 30                  | 80 ÷ 100                            |
| Crivello 25                  | 72 ÷ 90                             |
| Crivello 15                  | 53 ÷ 70                             |
| Crivello 10                  | 40 ÷ 55                             |
| Crivello 5                   | 28 ÷ 40                             |
| Setaccio 2                   | 18 ÷ 30                             |
| Setaccio 0,4                 | 8 ÷ 18                              |
| Setaccio 0,18                | 6 ÷ 14                              |
| Setaccio 0,075               | 5 ÷ 10                              |

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature degli inerti grossi secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, sarà inferiore o uguale al 30%.

L'equivalente in sabbia sarà compreso tra 30% e 60%.

### 22.2.3 Acqua

L'acqua dovrà essere conforme alle specifiche del Paragrafo 15.4.1 di questo volume.

## Art. 22.3 Legante ed Acqua nella Miscela

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso nella miscela sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

La quantità di acqua sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

#### Art. 22.4 Miscela di Studio e Prove di Laboratorio e in Sito

La quantità dei componenti della miscela del misto cementato (cemento, acqua, sabbia e aggregati grossi) da utilizzare per i lavori saranno stabiliti in relazione alle prove di resistenza a compressione ed a trazione da eseguire in laboratorio.

Prove di resistenza a compressione ed a trazione saranno eseguite su provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm diametro 15,25 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>).

Per il confezionamento dei provini, gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 (1) e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8, peso pestello kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello dal 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm<sup>2</sup> e non superiori a 4,5 N/mm<sup>2</sup> ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (2) non inferiore a 0,25 N/mm<sup>2</sup>. (Questi valori per la compressione e la trazione dovranno essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa  $\pm$  15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### Art. 22.5 Miscela Proposta dall'Appaltatore

L'Appaltatore dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione finale della miscela del misto cementato da adottare.

Durante l'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà assicurare la granulometria degli inerti con esami giornalieri. Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm$  5% fino alla percentuale del passante al crivello 5 e di  $\pm$  2% per il passante al setaccio 2 e inferiori.

#### Art. 22.6 Confezionamento del Misto Cementato

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 500 m<sup>3</sup> di miscela.

#### Art. 22.7 Posa in Opera

La miscela di misto cementato verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la risposta di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

Il materiale sarà steso a strati il cui spessore finito non potrà essere superiore a 20 cm e non inferiori a 10 cm. La Direzione Lavori avrà il diritto di definire lo spessore finale degli strati in funzione dei risultati di compattazione senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi aggiuntivi al prezzo contrattuale.

La stesa della miscela sarà eseguita impiegando finitrici vibranti.

La stesa non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e superiori a 25°C né sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C ÷ 18°C e di umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque sarà opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del misto cementato.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ÷ 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

#### Art. 22.8 Compattazione

La compattazione dovrà essere eseguita mediante rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione lavori su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prova di compattazione).

#### Art. 22.9 Protezione Superficiale della Fondazione

Immediatamente dopo il completamento della compattazione di rifinitura dello strato di fondazione in misto cementato, dovrà essere eseguito la stesa di un velo protettivo di emulsione bituminosa.

Il velo protettivo di emulsione bituminosa sarà al 55% in ragione di 1 ÷ 2 kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

#### Art. 22.10 Sagoma Finale della Fondazione

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma, prestabilita precedentemente dalla Direzione Lavori, di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m

4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Appaltatore dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

## Art. 22.11 Controllo della Densità

### 22.11.1 Controlli Giornalieri

Il controllo della densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento.

La densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui alla nota (1), oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

La densità in sito dovrà essere maggiore o comunque non inferiore al 97% della densità di progetto.

### 22.11.2 Controlli Sullo Strato Finito con Carotaggio

Il controllo della densità potrà essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 ÷ 20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 ÷ 110°C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze richiamate all'Art. 22.3.

### 22.11.3 Resistenza a Compressione ed a Trazione

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quella a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre ±20%; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup> per la compressione e 0,25N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

*(1) AASHTO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti a 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:

$$d r = \frac{d i P s (100 - \%)}{100 P s - \% d i}$$

dove:

*d r* = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;

*d i* = densità della miscela intera;

*P s* = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

% = 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 %, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

(2) Prova a trazione mediante la compressione di provini cilindrici posti orizzontalmente alla pressa. La resistenza a trazione viene calcolata secondo:

$$\sigma_2 = \frac{2P}{r d h}$$

dove:

$\sigma_2$  = resistenza trazione in kg/c<sup>2</sup>;

*P* = carico di rottura in kg;

*d* = diametro del provino cilindrico in cm;

*h* = altezza del provino cilindrico in cm.

## Art. 22.12 Misurazione e Valutazione dei Lavori

### 22.12.1 Misurazione

La fondazione in misto cementato sarà contabilizzata in base al volume approvato dalla Direzione Lavori.

### 22.12.2 Valutazione dei Lavori

La fondazione in misto cementato sarà valutata in base al prezzo d'Elenco per metro cubo.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura dei materiali, il confezionamento, il trasporto, la posa in opera, la compattazione, il velo protettivo in emulsione bituminosa, la miscela di studio, le prove di laboratorio ed in campo.

## **CAPO IX – PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE**

### **Art 23 SCARIFICHE E FRESATURE**

#### Art. 23.1 Scarificazione di pavimentazione esistente realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera o parziale sovrastruttura deve essere effettuata con impiego di adeguate attrezzature quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori, scarificatori o ripper, ecc. a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

L'uso di un dispositivo taglia-asfalti è obbligatorio prima della demolizione e/o asportazione degli strati di conglomerato bituminoso che compongono la pavimentazione.

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

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, pulire ed eventualmente compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla lavorazione dello strato misto cementato.

#### Art. 23.2 Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, dotate di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

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

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature risultanti non idonee qualora ne ravvisasse l'inefficienza. Per interventi con profondità superiore a cm 10, dovrà essere prevista la rifilatura mediante taglio verticale dello spessore fresato, parallelo all'asse del tamburo, all'inizio e alla fine dell'area interessata dall'azione della macchina.

La superficie dello scavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, pulita e priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera. (Questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. La rimozione dovrà essere effettuata anche a ridosso di cordoli, telai di chiusini od altri manufatti utilizzando se necessario anche mezzi ridotti o manuali.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale dello scavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

La non idonea pulizia delle superfici provoca una penalizzazione sul prezzo di elenco del 15%.

#### Art. 23.3 Fondazione in misto cementato Costituzione - preparazione - posa in opera - norme di controllo

##### **a) Descrizione**

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori.

Comunque si dovrà stendere per strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

**b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi**

Inerti. Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% e il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,063 mm, aventi i seguenti requisiti:

- 1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

| SERIE EN | PASSANTE % IN PESO |
|----------|--------------------|
| 31,5     | 100                |
| 25,4     | 80 - 100           |
| 20       | 72 - 90            |
| 12,5     | 53 - 70            |
| 8        | 40 - 55            |
| 4        | 28 - 40            |
| 2        | 18 - 30            |
| 0,5      | 10 - 20            |
| 0,125    | 6 - 12             |
| 0,063    | 4 - 9              |

- 3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita secondo la EN 1097-2, inferiore o uguale al 30%;
- 4) equivalente in sabbia compreso tra 30% e 60%;
- 5) indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico). L'Impresa dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri. Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5\%$  fino al passante al setaccio 4 e di  $\pm 2\%$  per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Legante. Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

Acqua. Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

**c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito**

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabiliti in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza. Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm diametro 15,25 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul setaccio 20 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 (1) e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8, peso pestello kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20° C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello dal 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm<sup>2</sup> e non superiori a 4,5 N/mm<sup>2</sup> ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (2) non inferiore a 0,25 N/mm<sup>2</sup>. (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### **d) Preparazione**

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 500 m<sup>3</sup> di miscela.

#### **e) Posa in opera**

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la risposta di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0° C e superiori a 25° C né sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25° C e i 30° C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e distesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15° C ÷ 18° C e di umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ÷ 2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

#### **f) Protezione superficiale**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa cationica lenta al 50 % di bitume residuo (EC L 50 ) in ragione di 0,8 ÷ 1,00 kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

#### **g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione**

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumetrici, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui alla nota (1), oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm. e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà essere effettuato sulla strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105-110 ° C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mossa di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 500 metri cubi di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre +/- 20%; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup> per la compressione e 0,25 N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

---

(1) AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti a 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:

$$d_r = \frac{d_i P_s (100 - \%)}{100 P_s - \% d_i}$$

dove:

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

$d_i$  = densità della miscela intera;

$P_s$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

$\%$  = 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 %, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma prestabilita precedentemente dalla D.L. di oltre 1 cm. controllato a mezzo di un regolo di m 4,00 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

#### Art. 23.4 Conglomerati bituminosi - Qualità e provenienza dei materiali

I materiali da impiegare per l'esecuzione dei lavori di cui al presente Capitolato devono avere caratteristiche corrispondenti a quanto stabilito dalle leggi e regolamenti vigenti in materia e a quanto previsto nei successivi articoli.

Prima di iniziare i lavori, i materiali da impiegarsi dovranno essere sottoposti alla D.L. per le analisi e l'accettazione: nessun materiale potrà essere usato se non sarà stato preventivamente approvato.

I materiali proverranno da località e cave che l'Impresa riterrà di sua convenienza purché corrispondano ai requisiti sopra detti e a quelli successivamente specificati.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della D.L. l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere. L'Impresa è obbligata a presentarsi in ogni momento alle prove dei materiali impiegati o da impiegare e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, dovrà collaborare per sottoporre ad analisi di laboratorio sia i campioni prelevati in cantiere che quelli prelevati allo stabilimento di produzione.

In conformità con quanto previsto dalla norma UNI EN 13108 – n2006 i conglomerati bituminosi utilizzati per l'esecuzione delle pavimentazioni oggetto del presente appalto dovranno essere possedere con decorrenza 01/03/2008 la marcatura CE.

#### Art. 23.5 Trattamenti coi conglomerati bituminosi

I trattamenti contemplati del presente Capitolato comprendono l'esecuzione delle operazioni sotto descritte. Detti interventi potranno essere preceduti, qualora necessario, dalla scarifica della pavimentazione esistente deteriorata, dal rifacimento dello strato di fondazione ed eventualmente anche di parte della sottofondazione e dalla formazione di drenaggi, secondo le previsioni progettuali e le disposizioni impartite di volta in volta dalla D.L.

In caso di presenza sulla pavimentazione di chiusini o forate metalliche, la messa in quota degli stessi dovrà avvenire:

dopo la stesa dello strato di base o di collegamento (non finale) - prima della stesa dello strato di usura.

#### **A) Conglomerato bituminoso per strati di base (Tout- venant bitumato)**

##### ***A/1 STRATI DI BASE LEGATI SU FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE NATURALE O CEMENTATO***

- 1) pulizia e regolarizzazione del piano di posa;
- 2) spruzzatura di emulsione bituminosa
- 3) stesa con macchina vibrofinitrice di uno strato di conglomerato, nello spessore min. compresso di cm 8;
- 4) cilindatura con rullo idoneo.

##### ***A/2 PER RICARICA O RISAGOMATURA DI PAVIMENTAZIONI FORTEMENTE ONDULATE***

Restano invariate le operazioni descritte al punto A/1 ad eccezione di spessore e quantitativo di conglomerato da stendere, che verranno stabiliti di volta in volta dalla D.L.

#### **B) Conglomerato bituminoso per strati di collegamento o livellamento (Binder)**

##### ***B/1 STRATI DI COLLEGAMENTO SU PREESISTENTE STRATO DI BASE BITUMATO A SUPERFICIE REGOLARE***

- 1) accurata pulizia del piano di posa;
- 2) spruzzatura di emulsione bituminosa
- 3) stesa con macchina vibrofinitrice di uno strato di conglomerato, nello spessore minimo compresso previsto;
- 4) cilindatura con rullo idoneo.

##### ***B/2 STRATI DI RISAGOMATURA O CONSOLIDAMENTO DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI***

Restano invariate le operazioni descritte al punto B/1, mentre lo spessore e il quantitativo di conglomerato da stendere, che verranno stabiliti di volta in volta dalla D.L.

#### **C) Conglomerato bituminoso per strato di usura (Tappeto d'usura)**

Formazione del nuovo manto su pavimentazioni preesistenti aventi superfici ancora sufficientemente regolare.

- 1) pulizia accurata con motospazzatrice del piano di posa;
- 2) spruzzatura di emulsione bituminosa
- 3) stesa con macchina vibrofinitrice di uno strato di conglomerato, nello spessore minimo compresso di cm 3;
- 4) idonea cilindatura con rullo a rapida inversione, in modo da realizzare l'addensamento prescritto.

#### **Regolazione del traffico**

Qualora si debba regolare la strada a senso unico alternato per realizzare le pavimentazioni, la lunghezza di lavorazione non dovrà superare i 500 m. Prima di riaprire le corsie pavimentate al traffico veicolare la pavimentazione deve essere raffreddata su tutto lo spessore, pena la formazione di solchi e cunette, ciò in special modo per i conglomerati realizzati con bitumi modificati tipo Splittmastix.

## Art. 23.6 Conglomerato bituminoso tradizionale

I conglomerati bituminosi preconfezionati a caldo di cui al presente capitolo sono definiti dalle norme UNI EN 13108 – 1 e sono costituiti da aggregati lapidei di primo impiego o riciclaggio, bitume tradizionale semisolido e additivi.

Le caratteristiche del conglomerato sono così definite:

### **CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE ( BASE )**

#### DESCRIZIONE

Lo strato di base è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessori di posa compressi da 8 a 12 cm.

#### INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Devono rispettare la norma UNI EN 13043.

#### *A1) Aggregato grosso: $d > 2\text{ mm}$ e $D < 45\text{ mm}$*

Sarà costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

|                                     |                         |                             |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Dimensione massima                  |                         | 40 mm                       |
| Requisiti di granulometria          | UNI EN 13043<br>prosp.2 | G <sub>c</sub> 85/20        |
| Percentuale di superfici frantumate | UNI EN 933-5            | C <sub>50/30</sub>          |
| Resistenza alla frammentazione      | UNI EN 1097-2           | LA <sub>30</sub>            |
| Coefficiente di appiattimento       | UNI EN 933-3            | FI <sub>30</sub>            |
| Resistenza al gelo disgelo          | UNI EN 1367-1           | F2                          |
| Affinità tra aggregato e bitume     | EN 12697-11             | >70% a 6 ore, >60% a 12 ore |
| Assorbimento acqua                  | EN 1097 - 6             | WA <sub>24</sub> 2          |

#### *B1) Aggregato fine: $D < 2\text{ mm}$ e $d > 0,063\text{ mm}$*

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                  |                             |                   |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Requisiti di granulometria       | UNI EN 13043 prospetto<br>2 | G <sub>F</sub> 85 |
| Prova dell'equivalente in sabbia | UNI EN 933-8                | > 50 %            |
| Passante allo 0.063              | UNI EN 933-1                | < 10 %            |

#### *C) Aggregato filler*

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                |       |                       |
|--------------------------------|-------|-----------------------|
| Passante al setaccio uni 0,125 | > 85% | EN 13043 prospetto 24 |
| Passante al setaccio uni 0,063 | > 70% | EN 13043 prospetto 24 |

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

#### **IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO**

Per la realizzazione del conglomerato è possibile l'utilizzo di materiale fresato, proveniente da qualsiasi strato bitumato di pavimentazione stradale con le modalità prescritte dalla EN 13108-1 e alle seguenti condizioni:

- fresato derivante da qualsiasi strato di pavimentazioni bituminosa;
- quantità di fresato non superiore al 30% della quantità totale degli aggregati;
- pezzatura massima 31 mm selezionata tramite frantoio;
- utilizzo di additivi ACF in misura del 3-5% sul bitume
- il conglomerato finito dovrà rispondere agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato di seguito descritti.

L'impresa esecutrice dovrà dichiarare l'utilizzo del materiale fresato alla D.L. prima dell'inizio dei lavori nello STUDIO DELLA MISCELA da presentarsi obbligatoriamente.

#### **LEGANTI**

##### **D) Bitume**

Come legante deve essere impiegato bitume solido puro di penetrazione 50/70 o 70/100 a scelta della D.L., in funzione del volume e del tipo di traffico che percorre la strada e delle condizioni ambientali e stagionali. Di preferenza verrà utilizzato il bitume 50/70 per condizioni ambientali esistenti in pianura riservando l'uso del bitume 70/100 per strade di collina e montagna.

Nel caso di utilizzo di "fresato bituminoso", in relazione alla sua percentuale di impiego, il legante seguirà le prescrizioni riportate nella EN 13108-1.

Il bitume deve sempre soddisfare le caratteristiche di accettazione previste dal CEN riportate nella tabella:

| CARATTERISTICHE  | normativa  | TIPO DI BITUME |        |        |        |
|--|------------|----------------|--------|--------|--------|
|  |            | u.m.           | 35/50  | 50/70  | 70/100 |
| Penetrazione a 25°C  | EN 1426    | mm/10          | 35/50  | 50/70  | 70/100 |
| Punto di rammollimento (palla e anello)                    | EN 1427    | °C             | 50-58  | 46-54  | 43-51  |
| Punto di rottura (Fraass)                                  | EN12593    | °C             | - 5    | - 8    | - 10   |
| Solubilità in tricloroetilene                              | EN12592    | %              | 99     | 99     | 99     |
| Viscosità dinamica a 160°C                                 | EN13072-2  | Pa*s           |        | > 0,15 | > 0,10 |
| <i>Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1</i> |            |                |        |        |        |
| Variazione di peso   | EN 12607-1 | %              | < 0,50 | < 0,50 | < 0,80 |
| Penetrazione residua a 25°C                                | EN 1426    | %              | > 53   | > 50   | > 46   |
| Variazione massima del rammollimento                       | EN 1427    | °C             | < 11   | < 11   | < 11   |

##### **E) Emulsione bituminosa**

L'emulsione bituminosa deve essere impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo. Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione cationica a rottura media al 55% di bitume residuo (EC M 55).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

| CARATTERISTICHE                 | normativa  | u.m    | valori    |
|---------------------------------|------------|--------|-----------|
| Polarità                        | EN 1430    | -      | Cationica |
| Contenuto di bitume + flussante | EN 1431    | % peso | 55 +/- 2  |
| Contenuto d'acqua               | CNR 101/84 | % peso | 45 +/- 2  |
| Contenuto di flussante          | CNR 100/84 | % peso | < 2       |
| Viscosità Engler a 20 °C        | EN 12846   | ° E    | 5 - 10    |
| Indice di rottura               | EN 13075-1 | Classe | 4         |



|                                    |             |         |          |
|------------------------------------|-------------|---------|----------|
| Valore di rottura                  |             | n° puro | 70 - 130 |
| Tendenza alla sedimentazione a 7gg | EN 12847    | % peso  | < 10     |
| <i>Residuo bituminoso</i>          |             |         |          |
| Penetrazione a 25°C                | UNI EN 1429 | mm/10   | 70-220   |
| Punto di rammollimento             | UNI EN 1427 | °C      | 40-45    |

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita:

mano di attacco - tra due strati di base o collegamento: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

#### ADDITIVI

##### F) *Attivante adesione*

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato attivante di adesione o altre sostanze chimiche per favorire l'adesione bitume-inerti e migliorare la durabilità all'acqua. Ciò risulta necessario quando gli inerti sono di natura silicea, mentre solo se l'inerte è di natura calcarea, si potrà ometterne l'uso.

Il dosaggio dovrà variare secondo le caratteristiche d'impiego, della natura degli inerti lapidei e sarà compreso in genere tra lo 0,2%-0,4% sul peso del legante bituminoso.

L'impresa esecutrice dovrà scegliere il tipo e il dosaggio di additivo in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento degli inerti e di durabilità all'azione dell'acqua del conglomerato ( Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua) previste nelle tabelle dei requisiti .

L'attivante dovrà, sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati, conservare le proprie caratteristiche chimiche-fisiche anche dopo stoccaggio prolungato a temperature elevate, in particolare resistere alla temperatura di oltre 180°C senza perdere più del 20% delle sue proprietà chimiche-fisiche.

Il requisito primario richiesto risulta la "Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua" da misurarsi nell'ambito delle Prove Marshall o volumetriche.

La presenza degli attivanti d'adesione, in subordine, potrà essere accertata sia su un campione di inerti e legante bituminoso in stoccaggio, sia sul conglomerato bituminoso in posa d'opera o dopo diverso tempo su un carotaggio mediante prova di affinità bitume addittivato/inerte prevista dalla UNI EN 12697-11.

##### G) *Attivanti di rigenerazione*

Gli attivanti di rigenerazione definiti come ACF sono composti da utilizzare sempre nelle lavorazioni in cui si reimpiegano materiali fresati. Devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale vecchio + nuovo. Per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato dovranno essere impiegati attivanti chimici funzionali che devono avere le caratteristiche chimico-fisiche sotto riportate:

| <b>CARATTERISTICHE</b>                              | <b>normativa</b> | <b>u.m.</b> | <b>valore</b> |
|---|------------------|-------------|---------------|
| Densità a 25°C                                      | ASTM D – 1298    |             | 0,900 - 0,950 |
| Punto di infiammabilità v.a.                        | ASTM D – 92      | °C          | 200           |
| Viscosità dinamica a 160°C, g<br>=10s <sup>-1</sup> | SNV 671908/74    | Pa s        | 0,03 - 0,05   |
| Solubilità in tricloroetilene                       | ASTM D – 2042    | % in peso   | 99,5          |
| Numero di neutralizzazione                          | IP 213           | mg/KOH/g    | 1,5 - 2,5     |
| Contenuto di acqua                                  | ASTM D – 95      | % in volume | 1             |
| Contenuto di azoto                                  | ASTM D – 3228    | % in peso   | 0,8 - 1,0     |

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. Indicativamente possono essere utilizzate percentuali variabili tra lo 0,2 e 0,8 in peso sul bitume nuovo aggiunto.

L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

I prodotti devono essere approvati dalla D.L. sulla base di specifiche prove eseguite in Laboratori accreditati. La presenza degli attivanti nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (Prova colorimetrica).

## MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

| <b>FUSO</b>                            | <b>BASE 0 / 31.5</b>         |
|--|------------------------------|
| <b>Serie EN</b>                        | <b>% di passante in peso</b> |
| 31,5                                   | 100                          |
| 25,4                                   | 80 - 100                     |
| 20                                     | 70 - 95                      |
| 16                                     | 60 - 80                      |
| 12,5                                   | 55 - 75                      |
| 8                                      | 45 - 65                      |
| 4                                      | 30 - 50                      |
| 2                                      | 20 - 35                      |
| 0,5                                    | 10 - 25                      |
| 0,063                                  | 1 - 5                        |
| <i>Quantità bitume sul peso inerti</i> | <b>3,50% - 5,00%</b>         |
| <i>Spessore cm min - max</i>           | <b>8 - 12</b>                |

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

| REQUISITI DEL CONGLOMERATO   |              |  |                      |             |
|--|--------------|--|----------------------|-------------|
| CARATTERISTICHE  | normativa    | u.m.   | 50/70                | 70/100      |
| Temperatura conglomerato   |              |  |                      |             |
| All 'impianto di produzione  |              | °C   | 145 - 180            |             |
| Alla stesa, dietro finitrice   |              | °C   | > 135                |             |
| Metodo Marshall a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia  |              |  |                      |             |
| Stabilità Marshall   | EN 12697- 34 | KN   | ≥8,00                | ≥8,00       |
| Rigidezza Marshall   | EN 12697- 34 | KN/m<br>m  | 2,50 - 5,50          | 2,50 - 5,50 |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti   | EN 12697- 8  | %  | 4 - 7                | 4 - 7       |
| Perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua   | EN 12697-12  | %  | < 25                 | < 25        |
| Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm |              |  |                      |             |
| Vuoti a 10 rotazioni N1  | EN 12697- 8  | %  | 11,00 – 15,00        |             |
| Vuoti a 100 rotazioni N2   | EN 12697- 8  | %  | 3,00 – 6,00          |             |
| Vuoti a 180 rotazioni N3   | EN 12697- 8  | %  | > 2,00               |             |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3  | EN 12697- 31 | N/mm <sup>2</sup>  | 0,72 – 1,40 GPa*10-3 |             |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3   | EN 12697- 31 | N/mm <sup>2</sup>  | > 65 GPa*10-3        |             |
| Perdita di resistenza a trazione indiretta a N3 dopo 15giorni di immersione in acqua                                     | EN 12697-12  | %  | < 30                 |             |
| Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione   |              |  |                      |             |
| Massa vol. su carote rispetto campione Marshall  |              | %  | 96                   | 96          |
| Regolarità superficiale: regolo di 4 m posto sulla superficie  |              | Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 10 mm |                      |             |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti   | EN 12697-8   | %  | Min. 3,00 – max 9,00 |             |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

Prima di iniziare i lavori l'impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione in suo possesso relativa all'origine dei materiali utilizzati, la marcatura CE nonché la certificazione di marcatura CE dell'impianto che fornisce i conglomerati bituminosi.

## **CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO O LIVELLAMENTO ( BINDER )**

### **DESCRIZIONE**

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compresso da 4 a 8 cm.

### **INERTI**

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Dovranno essere conformi alla norma UNI EN 13043 e ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante il rispetto della normativa stessa.

#### **A2) Aggregato grosso: $d > 2\text{mm}$ e $D < 45\text{mm}$**

Sarà costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

|                                     |                         |                             |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Dimensione massima                  |                         | 20 mm                       |
| Requisiti di granulometria          | UNI EN 13043<br>prosp.2 | G <sub>c</sub> 85/20        |
| Percentuale di superfici frantumate | UNI EN 933-5<br>prosp.9 | C <sub>50/10</sub>          |
| Resistenza alla frammentazione      | UNI EN 1097-2           | LA <sub>30</sub>            |
| Coefficiente di appiattimento       | UNI EN 933-4            | FI <sub>30</sub>            |
| Resistenza al gelo disgelo          | UNI EN 1367-1           | F1                          |
| Affinità ai leganti bituminosi      | EN 12697-11             | >75% a 6 ore, >65% a 12 ore |
| Assorbimento d'acqua                | EN 1097- 6 punto 7      | WA <sub>242</sub>           |

#### **B2) Aggregato fine: $D < 2\text{ mm}$ e $d > 0,063\text{ mm}$**

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                  |                          |                   |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Requisiti di granulometria       | UNI EN 13043 prosp.<br>2 | G <sub>F</sub> 85 |
| Prova dell'equivalente in sabbia | UNI EN 933-8             | > 60 %            |
| Passante allo 0.063              | UNI EN 933-1             | < 5 % (*)         |

(\*) L'utilizzo di aggregati con contenuto di fini dal valore "f<sub>5</sub>" fino al valore "f<sub>10</sub>" potrà essere autorizzato dalla D.L. previa richiesta.

#### **C) Additivo minerale o "Filler"**

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                |                       |       |
|--------------------------------|-----------------------|-------|
| Passante al setaccio uni 0,125 | EN 13043 prospetto 24 | > 85% |
| Passante al setaccio uni 0,063 | EN 13043 prospetto 24 | > 70% |

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

### **IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO**

Per la realizzazione del conglomerato è possibile l'utilizzo di materiale fresato proveniente da strato bitumato di pavimentazione stradale secondo le modalità della norma EN 13108-1e alle seguenti condizioni:

- fresato derivante da qualsiasi strato di pavimentazioni bituminosa;
- quantità di fresato non superiore al 15% della quantità totale degli aggregati;
- utilizzo di additivi ACF in misura del 2-4% sul bitume
- pezzatura massima 20 mm selezionata tramite frantoio;
- Il conglomerato finito dovrà rispondere agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato di seguito descritti.

L'impresa esecutrice dovrà dichiarare l'utilizzo del materiale fresato alla D.L. prima dell'inizio dei lavori nello STUDIO DELLA MISCELA da presentarsi obbligatoriamente.

## LEGANTI

### *D) Bitume*

Vedasi le caratteristiche riportate nella tab. 1 alla voce "Conglomerato per strati di base".

### *E) Emulsione bituminosa*

Vedasi le caratteristiche riportate alla voce "Conglomerato per strati di base".

## ADDITIVI

### *H) Attivante adesione*

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato attivante di adesione o altre sostanze chimiche per favorire l'adesione bitume-inerti e migliorare la durabilità all'acqua. Ciò risulta necessario quando gli inerti sono di natura silicea, mentre se l'inerte è di natura calcarea, si potrà ometterne l'uso.

Il dosaggio dovrà variare secondo le caratteristiche d'impiego, della natura degli inerti lapidei e sarà compreso in genere tra lo 0,2%-0,4% sul peso del legante bituminoso.

L'impresa esecutrice dovrà scegliere il tipo e il dosaggio di additivo in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento degli inerti e di durabilità all'azione dell'acqua del conglomerato (Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua) previste nelle tabelle dei requisiti.

L'attivante dovrà sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati, conservare le proprie caratteristiche chimiche-fisiche anche dopo stoccaggio prolungato a temperature elevate, in particolare resistere alla temperatura di oltre 180°C senza perdere più del 20% delle sue proprietà chimiche-fisiche.

Il requisito primario richiesto risulta la "Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua" da misurarsi nell'ambito delle Prove Marshall o volumetriche.

La presenza degli attivanti d'adesione, in subordine, potrà essere accertata sia su un campione di inerti e legante bituminoso in stoccaggio, sia sul conglomerato bituminoso in posa d'opera o dopo diverso tempo su un carotaggio mediante prova di affinità bitume addittivato/inerte prevista dalla UNI EN 12697-11.

### *I) Attivanti di rigenerazione*

Gli attivanti di rigenerazione definiti come ACF sono composti da utilizzare sempre nelle lavorazioni in cui si reimpiegano materiali fresati. Devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale vecchio + nuovo. Per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato dovranno essere impiegati attivanti chimici funzionali che devono avere le caratteristiche chimico-fisiche sotto riportate:

| CARATTERISTICHE                                     | normativa     | u.m.        | valore        |
|---|---------------|-------------|---------------|
| Densità a 25°C                                      | ASTM D – 1298 |             | 0,900 - 0,950 |
| Punto di infiammabilità v.a.                        | ASTM D – 92   | °C          | 200           |
| Viscosità dinamica a 160°C, g<br>=10s <sup>-1</sup> | SNV 671908/74 | Pa s        | 0,03 - 0,05   |
| Solubilità in tricloroetilene                       | ASTM D – 2042 | % in peso   | 99,5          |
| Numero di neutralizzazione                          | IP 213        | mg/KOH/g    | 1,5 - 2,5     |
| Contenuto di acqua                                  | ASTM D – 95   | % in volume | 1             |
| Contenuto di azoto                                  | ASTM D – 3228 | % in peso   | 0,8 - 1,0     |

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. Indicativamente possono essere utilizzate percentuali variabili tra lo 0,4% e 0,5% in peso sul bitume nuovo aggiunto, per ogni 10% di fresato impiegato.

L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

I prodotti devono essere approvati dalla D.L. sulla base di specifiche prove eseguite in Laboratori accreditati. La presenza degli attivanti nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (Prova colorimetrica).

## MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti di fuso nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

| <b>FUSO</b>  | <b>BINDER 0 / 20</b> | <b>BINDER 0 / 25</b> |
|--|----------------------|----------------------|
| <b>Serie EN</b>  | <b>% di passante</b> | <b>% di passante</b> |
| 25,4   |                      | 100                  |
| 20   | 100                  | 85 - 100             |
| 16   | 90 - 100             | 75 - 95              |
| 12,5   | 80 - 95              | 65 - 90              |
| 8  | 60 - 80              | 45 - 80              |
| 4  | 40 - 60              | 30 - 60              |
| 2  | 25 - 45              | 18 - 42              |
| 0,5  | 14 - 25              | 8 - 28               |
| 0,125  | 6 - 15               | 3 - 12               |
| 0,063  | 2 - 7                | 2 - 7                |
| <i>Quantità di bitume<br/>sul peso inerti<br/>secchi</i> | <b>4,50% - 6,00%</b> | <b>4,00% - 5,50%</b> |
| <i>Spessore min -<br/>max</i>                            | <b>4 - 6</b>         | <b>5 - 8</b>         |

Di norma dovrà essere impiegato binder 0/20 di tipo chiuso per strati di livellamento - risagomatura con funzione anche di strato d'usura riservando l'uso del binder 0/25 all'utilizzo come strato di collegamento tra strato di base e strato d'usura.

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

| REQUISITI DEL CONGLOMERATO   |             |                   |             |             |
|--|-------------|-------------------|-------------|-------------|
| Caratteristiche  | normativa   | u.m.              | 50/70       | 70/100      |
| Temperatura conglomerato   |             |                   |             |             |
| All ‘impianto di produzione  |             | °C                | 145 - 180   |             |
| Alla stesa, dietro finitrice   |             | °C                | > 135       |             |
| Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia       |             |                   |             |             |
| Stabilità Marshall   | EN 12697-34 | KN                | ≥ 9,00      | ≥ 9,00      |
| Rigidezza Marshall   | EN 12697-34 | KN/m<br>m         | 3,00 – 5,00 | 3,00 – 5,00 |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti   | EN 12697-8  | %                 | 3 - 7       | 3 - 7       |
| Perdita di stabilità dopo 15giorni di immersione in acqua                              | EN 12697-12 | %                 | < 25        | < 25        |
| Resistenza a trazione Indiretta a 25°C (Brasiliana)                                    | EN 12697-23 | N/mm <sup>q</sup> | > 0,60      | > 0,60      |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua | EN 12697-12 | N/mm <sup>q</sup> | < 25        | < 25        |

| Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm |              |  |  |    |
|--|--------------|--|--|----|
| Vuoti a 10 rotazioni N1  | EN 12697- 8  | %  | 11,00 – 15,00  |    |
| Vuoti a 100 rotazioni N2   | EN 12697- 8  | %  | 3,00 – 6,00  |    |
| Vuoti a 180 rotazioni N3   | EN 12697- 8  | %  | > 2,00   |    |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3  | EN 12697- 31 | N/mmq  | 0,72 – 1,40 GPa*10-3   |    |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3   | EN 12697- 31 | N/mmq  | > 65 GPa*10-3  |    |
| Perdita di resistenza a trazione indiretta a N3 dopo 15giorni di-immersione in acqua                                     | EN 12697-12  | %  | < 25   |    |
| Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione   |              |  |  |    |
| Massa vol. su carote rispetto campione Marshall  |              | %  | 97   | 97 |
| Regolarità superficiale:<br>regolo di 4 m posto sulla superficie   |              | Massimo scostamento dalla superficie finita<br>pavimentazione = 6 mm |  |    |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui   | EN 12697-8   | %  | Min. 3,00 – max. 8,00<br><br>min3,00 – max 8,50 per pendenza<br>strada >6% |    |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

Prima di iniziare i lavori l'impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa all'origine dei materiali utilizzati, la marcatura CE nonché la certificazione di marcatura CE dell'impianto che fornisce i conglomerati bituminosi.

### **CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA ( USURA )**

#### **DESCRIZIONE**

Lo strato di usura è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compresso da 3 a 5 cm.

Spessori inferiori saranno consentiti solo per particolari applicazioni (ad es. per strati di livellamento intermedi) e con adeguate scelte del fuso granulometrico.

#### **INERTI**

Gli aggregati lapidei detti anche inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla UNI EN 13043.

**A3) Aggregato grosso:** d> 2mm e D<45 mm

Sarà costituito esclusivamente da elementi di frantumazione o naturali a spigoli vivi, privi di elementi in fase di alterazione, polvere, materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

|                                     |                       | <b>USURA 1 categoria</b>    | <b>USURA 2 categoria</b>    |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Dimensione massima                  |                       | 16 mm                       | 16 mm                       |
| Requisiti di granulometria          | UNI EN 13043 prosp. 2 | G <sub>c</sub> 90/10        | G <sub>c</sub> 90/20        |
| Percentuale di superfici frantumate | UNI EN 933-5          | C <sub>100/0</sub>          | C <sub>100/0</sub>          |
| Resistenza alla frammentazione      | UNI EN 1097-2         | LA <sub>23</sub>            | LA <sub>25</sub>            |
| Resistenza alla levigazione         | UNI EN 1097-8         | PSV <sub>44</sub>           | PSV <sub>42</sub>           |
| Indice di forma                     | UNI EN 933 - 3        | FI <sub>20</sub>            | FI <sub>20</sub>            |
| Resistenza al gelo disgelo          | UNI EN 1367-1         | F1                          | F1                          |
| Affinità ai leganti bituminosi      | EN 12697-11           | >80% a 6 ore, >75% a 12 ore | >80% a 6 ore, >75% a 12 ore |
| Assorbimento d'acqua                | UNI EN 1097-6         | WA <sub>242</sub>           | WA <sub>242</sub>           |

**B3) Aggregato fine: passante al 2 mm e trattenuto allo 0,063 mm**

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti :

|                                  |                          |                   |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Requisiti di granulometria       | UNI EN 13043 prospetto 2 | G <sub>F</sub> 85 |
| Prova dell'equivalente in sabbia | UNI EN 933-8             | > 70 %            |
| Contenuto di fini                | UNI EN 13043 prospetto 5 | f <sub>5</sub>    |

**C) Additivo minerale o "Filler"**

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                |       |                       |
|--------------------------------|-------|-----------------------|
| Passante al setaccio uni 0,125 | > 85% | EN 13043 prospetto 24 |
| Passante al setaccio uni 0,063 | > 70% | EN 13043 prospetto 24 |

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

**D) Argilla espansa (eventuale)**

Ha la funzione di alleggerire la pavimentazione migliorandone nel contempo le caratteristiche di aderenza e di fonoassorbimento.

L'argilla espansa di tipo strutturale avrà pezzatura da 3 a 11mm con curva costante e risponderà ai seguenti requisiti:

|   |                          |                   |
|---|--------------------------|-------------------|
| Resistenza allo schiacciamento              | > 27 daN/cm <sup>2</sup> | UNI 7549/ parte 7 |
| Coefficiente di Levigabilità accelerata CLA | > 45 %                   | UNI EN 1097-8     |
| Trattenuto al crivello UNI 10 mm in peso    | < 10%                    |                   |
| Passante al crivello UNI 3 mm in peso       | < 10%                    |                   |

Potrà essere utilizzata in Percentuale dal **9,00 - 12,00 %** sul peso inerti secchi .

Nel caso di utilizzo dovrà consentire le stesse prestazioni strutturali del tappeto con inerti normali mentre le caratteristiche di aderenza dovranno essere pari o superiori a quelle previste per i tappeti di 1 categoria.

La riduzione del livello sonoro (differenza letture fonometro pre/post stesa a 10 m max dalla strada) UNI -ISO 7188 dB (A) > 3

**E) Fresato bituminoso**

Per la realizzazione del conglomerato NON È CONSENTITO l'utilizzo, come aggregato grosso o fine, di materiale fresato proveniente da strati bitumati di pavimentazione stradale.

**LEGANTI**

**D) Bitume**

Vedasi le caratteristiche riportate nella tab1 alla voce "Conglomerato per strati di base".

In relazioni ad eventuali condizioni climatiche eccezionali (es. alte temperature esterne), la D.L. potrà consentire l'uso di bitume di classe 35/50.

**E) Emulsione bituminosa**

L'emulsione bituminosa deve essere impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo. Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione CATIONICA a rottura media al 55% di bitume residuo (EC M 55).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

| Caratteristiche | Normativa | u.m | Valori    |
|-----------------|-----------|-----|-----------|
| Polarità        | EN 1430   | -   | Cationica |

|                                    |             |         |          |
|------------------------------------|-------------|---------|----------|
| Contenuto di bitume + flussante    | EN 1431     | % peso  | 55 +/- 2 |
| Contenuto d'acqua                  | CNR 101/84  | % peso  | 45 +/- 2 |
| Viscosità Engler a 20 °C           | EN 12846    | ° E     | 5 - 10   |
| Indice di rottura                  | EN 13075-1  | Classe  | 4        |
| Valore di rottura                  |             | n° puro | 70 - 130 |
| Tendenza alla sedimentazione a 7gg | EN 12847    | % peso  | < 10     |
| <b>Residuo bituminoso</b>          |             |         |          |
| Penetrazione a 25°C                | UNI EN 1429 | mm/10   | 70-220   |
| Punto di rammollimento             | UNI EN 1427 | °C      | 40-45    |

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita:  
tra strati di collegamento e tappeto d'usura: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

## ADDITIVI

### F) Attivante adesione

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato attivante di adesione o altre sostanze chimiche per favorire l'adesione bitume-inerti e migliorare la durabilità all'acqua. Ciò risulta necessario quando gli inerti sono di natura silicea, mentre se l'inerte è di natura calcarea, si potrà ometterne l'uso.

Il dosaggio dovrà variare secondo le caratteristiche d'impiego, della natura degli inerti lapidei e sarà compreso in genere tra lo 0,2%-0,4% sul peso del legante bituminoso.

L'impresa esecutrice dovrà scegliere il tipo e il dosaggio di additivo in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento degli inerti e di durabilità all'azione dell'acqua del conglomerato (Valutazione dell'effetto dell'immersione in acqua) previste nelle tabelle dei requisiti.

Conservare le proprie caratteristiche chimiche-fisiche anche dopo stoccaggio prolungato a temperature elevate, in particolare resistere alla temperatura di oltre 180°C senza perdere più del 20% delle sue proprietà chimiche-fisiche.

Il requisito primario richiesto risulta la "Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua" da misurarsi nell'ambito delle Prove Marshall o volumetriche, in subordine, potrà essere accertata sia su un campione di legante bituminoso in stoccaggio, sia sul conglomerato bituminoso in posa d'opera o dopo diverso tempo su un carotaggio campione mediante Potrà essere effettuata la prova di affinità bitume addittivato/inerte prevista dalla UNI EN 12697-11.

## MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

| FUSO                                      | USURA 0 / 10  | USURA 0 / 12.5 | USURA 0 / 16  |
|---|---------------|----------------|---------------|
| Serie EN                                  |               |                |               |
| 16  |               |                | 100           |
| 12,5                                      |               | 100            | 90 -100       |
| 10  | 100           | 90 – 100       | 80 - 90       |
| 8   | 90 -100       | 80 - 95        | 70 - 85       |
| 4   | 45 - 65       | 53 - 75        | 43 - 65       |
| 2   | 28 - 45       | 34 - 53        | 25 - 45       |
| 0,5                                       | 17 - 28       | 15 - 25        | 15 - 28       |
| 0,125                                     | 6-13          | 5 - 15         | 5 - 12        |
| 0,063                                     | 4 - 9         | 4 - 9          | 4 - 9         |
| Quantità di bitume sul peso inerti secchi | 5,50% - 6,50% | 5,25% - 6,25%  | 5,00% - 6,00% |
| Spessori cm min - max                     | 2             | 2,5 - 3        | 4 - 5         |



Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

| REQUISITI DEL CONGLOMERATO   |              |  |  |                                    |
|--|--------------|--|--|------------------------------------|
| CARATTERISTICHE  | normativa    | u.m.   | 50 / 70  | 70 / 100                           |
| Temperatura conglomerato   |              |  |  |                                    |
| All ‘impianto di produzione  |              | °C   | 145 - 180  |                                    |
| Alla stesa, dietro finitrice   |              | °C   | > 135  |                                    |
| Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia   |              |  |  |                                    |
| Stabilità Marshall   | EN 12697-34  | KN   | ≥ 11,00  | ≥ 11,00                            |
| Rigidezza Marshall   | EN 12697-34  | KN/m<br>m  | 3,00 – 5,00  | 3,00 – 5,00                        |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti   | EN 12697-8   | %  | 3,00 – 6,00  | 3,00 – 6,00                        |
| Perdita di stabilità dopo 15giorni di immersione in acqua  | EN 12697-12  | %  | < 20   | < 20                               |
| Resistenza a trazione Indiretta a 25°C (Brasiliana)  | EN 12697-23  | N/mm <sup>q</sup>  | > 0,70   | > 0,70                             |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua                                   | EN 12697-12  | N/mm <sup>q</sup>  | < 25   | < 25                               |
| Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm |              |  |  |                                    |
| Vuoti a 10 rotazioni N1  | EN 12697- 8  | %  | 11,00 – 15,00  |                                    |
| Vuoti a 120 rotazioni N2   | EN 12697- 8  | %  | 3,00 – 6,00  |                                    |
| Vuoti a 210 rotazioni N3   | EN 12697- 8  | %  | > 2,00   |                                    |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3  | EN 12697- 31 | N/mm <sup>q</sup>  | 0,72 - 1,40  |                                    |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3   | EN 12697- 31 | N/mm <sup>q</sup>  | > 65   |                                    |
| Perdita di resistenza a trazione indiretta N3 a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua                                | EN 12697-12  | %  | < 20   |                                    |
| Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione   |              |  |  |                                    |
| Massa vol. su carote rispetto campione Marshall  |              |  | 97%  | 97%                                |
| Regolarità superficiale:<br>regolo di 4m posto sulla superficie  |              | Massimo scostamento dalla superficie finita<br>pavimentazione = 5 mm |  |                                    |
| Coeff. Aderenza Trasversale a 15 –90 gg (Scrim)  | CNR 147/92   | CAT  | tappeto 1 <sup>a</sup> cat. > 0,60                                       | tappeto 2 <sup>a</sup> cat. > 0,55 |
| Resistenza attrito radente a 15 – 90 gg (Skid-tester)  | EN 13036-4   | BPN  | tappeto 1 <sup>a</sup> cat > 60  | tappeto 2 <sup>a</sup> cat. > 55   |
| Macrorugosità superficiale a 15 – 180 gg   | CNR 94/83    | HS   | tappeto 1 <sup>a</sup> cat. > 0,60                                       | tappeto 2 <sup>a</sup> cat. > 0,50 |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti (carota)  | EN 12697-8   | %  | Min. 3,00 – max 7,00<br><br>Min. 3,00 – max 8,00 per pendenza strada >6% |                                    |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

Prima di iniziare i lavori l'impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa all'origine dei materiali utilizzati, la marcatura CE nonché la certificazione di marcatura CE dell'impianto che fornisce i conglomerati bituminosi.

#### Art. 23.7 Confezione, trasporto e posa dei conglomerati tradizionali

CONFEZIONE I conglomerati bituminosi dovranno essere confezionati mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche e mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni parte. La produzione non dovrà

essere spinta oltre la potenzialità dell'impianto affinché sia garantito il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela e la perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione e dovrà essere in grado di realizzare miscele del tutto corrispondenti a quelle proposte, il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. La D.L. si riserva l'approvazione dell'impiego di impianti continui (tipo drum mixer) valutando la tipologia proposta e comunque il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

L'impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli inerti dovrà essere convenientemente sistemata per eliminare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua, che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere separati tra loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura. Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura dei componenti la miscela, in modo da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa fra 150°C e 180°C, quella del legante da 140°C a 170°C.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

**TRASPORTO** Il trasporto dell'impianto di confezione al cantiere e lo scarico dei materiali bituminosi devono essere eseguiti in modo da evitare alterazioni della loro regolarità ed uniformità; i mezzi di trasporto, di adeguata portata ed in numero sufficiente per alimentare con regolarità il cantiere, dovranno essere dotati di copertura per evitare raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. La durata del trasporto deve essere tale da garantire la temperatura minima del conglomerato alla stesa.

La distanza dell'unità produttiva potrà essere elemento discriminante per l'accettazione a priori del materiale da parte della D.L.

**POSA IN OPERA** Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque per la stesa del tappeto d'usura quando la temperatura esterna risulta inferiore ai 6°C.

Prima della stesa sul piano di posa perfettamente pulito dovrà essere applicata al fine di garantire l'adesione tra le superfici una emulsione bituminosa d'ancoraggio o attacco; parimenti tutti i bordi e i margini comunque limitanti la pavimentazione e i suoi singoli rami (come, per es., i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro e ai cordoli laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) devono essere spalmati con emulsione bituminosa, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità e adesione delle parti.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine, vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza dotate di automatismi di autolivellamento.

Dette finitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La velocità di stesa dovrà essere mediamente compresa tra i 6 e i 7 metri/minuto.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, rilevata immediatamente dietro la finitrice, non deve risultare inferiore a 135°C.

Poiché la stesa di conglomerato deve essere immediatamente sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la buona riuscita del lavoro le parti già stese eventualmente compromesse devono essere immediatamente rimosse e successivamente ricostruite a spese dell'Impresa.

**GIUNTI** Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali mediante affiancamento tempestivo e comunque entro la giornata di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura dei due bordi.

Se il bordo precedente risulta danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio in verticale con idonea attrezzatura.

Inoltre tutte le giunzioni dovranno essere battute e finite con gli appositi pestelli opportunamente scaldati.

**COMPATTAZIONE** La compattazione del conglomerato deve essere iniziata subito dopo la stesa e deve essere condotta a termine senza soluzione di continuità.

Il costipamento deve essere realizzato con rulli gommati o con rulli metallici a rapida inversione di marcia di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso minimo di 8 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e le riprese. Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo, gommato o metallico, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La densità del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un valore inferiore del 96% del provino Marshall per lo strato di base e del 97% per gli strati d'usura e binder.

La sagoma stradale, a posa avvenuta del conglomerato bituminoso di collegamento e/o di usura, sia in rettilineo che in curva, dovrà essere secondo le indicazioni della D.L.

In ogni caso dovrà essere garantito il regolare deflusso delle acque meteoriche sulla sede stradale.

### Art. 23.8 Conglomerato bituminoso migliorato con bitume modificato

Il conglomerato bituminoso preconfezionato a caldo di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 1, titolo PA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego o riciclaggio, chiuso, composto da una curva granulometriche uguali a quelle dei conglomerati tradizionali con aggiunta di bitume modificato e additivi.

Ha la funzione di migliorare le caratteristiche dei conglomerati tradizionali di base, binder ed usura ai quali è sostituito il bitume normale con idoneo bitume modificato con polimeri.

Tale modifica consente di accrescere la capacità portante (nei conglomerati di base e di collegamento) e migliorare il comportamento a fatica della pavimentazione aumentandone la vita utile.

Modalità di produzione e posa sono le medesime ma la temperatura di lavorazione e stesa deve essere aumentata di circa 10°C rispetto ai conglomerati tradizionali.

### INERTI

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla norma UNI EN 13043.

#### *A) Aggregato grosso*

Vedasi le caratteristiche previste per i Conglomerati bituminosi.

#### *B) Aggregato fine*

Vedasi le caratteristiche previste per i Conglomerati Bituminosi.

#### *C) Additivo minerale o “Filler”*

Vedasi le caratteristiche previste per i Conglomerati Bituminosi.

#### *D) Argilla espansa (eventuale)*

Vedasi le caratteristiche previste per i Conglomerati Bituminosi.

#### *E) Fresato Bituminoso*

Per la realizzazione del conglomerato è possibile l'utilizzo di materiale fresato con i limiti e le condizioni previsti al capitolo dei conglomerati bituminosi (art. 40 C.S.A) in particolare:

- strato di base: quantità di fresato non superiore al 30% della quantità totale degli aggregati;
  - strato di collegamento: quantità di fresato non superiore al 20% della quantità totale degli aggregati;
  - strato di usura: divieto di utilizzo;
  - fresato derivante da qualsiasi strato di pavimentazioni bituminosa;
  - utilizzo di additivi ACF in misura del 2 - 4% sul bitume (binder) o 3 - 5 % (base)
  - pezzatura massima 20 mm (binder) o 31mm (base) selezionata tramite frantoio;
  - il conglomerato finito dovrà rispondere agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato di seguito descritti.
- L'impresa esecutrice dovrà dichiarare l'utilizzo del materiale fresato alla D.L. prima dell'inizio dei lavori nello STUDIO DELLA MISCELA da presentarsi obbligatoriamente.

## LEGANTI

### D) Bitume modificato

Come legante deve essere impiegato bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche con le caratteristiche specificate nella tabella di seguito riportata.

In funzione del tipo di pavimentazione e della tipologia di traffico si utilizzeranno bitumi modificati con penetrazione 50/70 e palla anello >65 o >60. Il bitume 30/50 potrà essere utilizzato per conglomerati di base o di collegamento per pavimentazioni ad alto modulo sottoposte a traffico pesante.

| CARATTERISTICHE  | NORMATIV<br>A | u.m.      | TIPO DI BITUME<br>EN 14023 |            |            |
|--|---------------|-----------|----------------------------|------------|------------|
|  |               |           | 30/50                      | 50/70<br>a | 50/70<br>b |
| Penetrazione a 25°C  | EN 1426       | mm/10     | 30/50                      | 50/70      | 50/70      |
| Punto di rammollimento (palla e anello)                    | EN 1427       | °C        | > 65                       | > 65       | > 60       |
| Punto di rottura (Fraass)                                  | EN12593       | °C        | < - 8                      | < - 15     | < - 12     |
| Viscosità dinamica a 160°                                  | EN13072-2     | Pa*s      | > 0, 40                    | > 0, 40    | > 0, 25    |
| Ritorno elastico a 25°C                                    | EN13398       | %         | > 50                       | > 75       | > 50       |
| <b>Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C</b>               |               |           |                            |            |            |
| Differenza Penetrazione<br>Punto rammollimento             | EN13399       | dmm<br>°C | < 5                        | < 5        | < 5        |
| <b>Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1</b> |               |           |                            |            |            |
| Penetrazione residua a 25°C                                | EN 1426       | %         | > 60                       | > 60       | > 60       |
| Variazione massima del rammollimento                       | EN 1427       | °C        | +/- 5                      | +/- 5      | +/- 5      |

### E) Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco

L'emulsione bituminosa deve essere impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo. Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione cationica da bitume modificato a rottura rapida al 55% di bitume residuo (EC R 55 M ).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

| CARATTERISTICHE                    | normativa  | u.m     | valori    |
|------------------------------------|------------|---------|-----------|
| Polarità                           | EN 1430    | -       | Cationica |
| Contenuto di bitume + flussante    | EN 1431    | % peso  | 55 +/- 2  |
| Contenuto d'acqua                  | EN 1428    | % peso  | 45 +/- 2  |
| Viscosità Engler a 20 °C           | EN 12846   | ° E     | 5 - 10    |
| Indice di rottura                  | EN 13075-1 | Classe  | 3         |
| Valore di rottura                  |            | n° puro | 50 - 100  |
| Tendenza alla sedimentazione a 7gg | EN 12847   | % peso  | < 10      |
| <b>Residuo bituminoso</b>          |            |         |           |
| Penetrazione a 25°C                | EN 1429    | mm/10   | 50-70     |
| Punto di rammollimento             | EN 1427    | °C      | > 65      |
| Ritorno elastico                   | EN 13398   | %       | > 75      |

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita: tra strati di collegamento e tappeto d'usura: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

## ADDITIVI

### G) Attivante adesione

Sono da aggiungere alla miscela con le modalità e caratteristiche riportate alla voce “Conglomerato per strati di base” con bitumi normali.

#### H) Attivanti rigenerazione bitume

Sono da aggiungere alla miscela in caso di utilizzo di “fresato” con le modalità e caratteristiche riportate alla voce “Conglomerato per strati di base” con bitumi normali.

#### MISCELA

In merito ai fusi granulometrici da utilizzare:

vedasi le caratteristiche previste per i Conglomerati Bituminosi con bitumi normali.

### **CONGLOMERATO BITUMINOSO MIGLIORATO PER STRATI DI BASE ( BASE )**

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

| REQUISITI DEL CONGLOMERATO   |              |  |                      |             |
|--|--------------|--|----------------------|-------------|
|  | Normativa    | u.m.   |                      |             |
| Temperatura conglomerato   |              |  |                      |             |
| All ‘impianto di produzione  |              | °C   | 150 - 180            |             |
| Alla stesa, dietro finitrice   |              | °C   | > 150                |             |
| Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia   |              |  |                      |             |
| Tipo di bitume contenuto   |              |  | 30 / 50              | 50 / 70     |
| Stabilità Marshall   | EN 12697-34  | KN   | ≥ 10,00              | ≥ 9,00      |
| Rigidezza Marshall   | EN 12697-34  | KN/mm  | 3,00 – 5,00          | 2,50 – 5,00 |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti   | EN 12697-8   | %  | 4,00 – 7,00          | 4,00 – 7,00 |
| Prova di resistenza a trazione indiretta   | EN 12697-23  | N/mm <sup>q</sup>  | > 0,70               | > 0,70      |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua                                   | EN 12697-12  | %  | < 30                 | < 30        |
| Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm |              |  |                      |             |
| Vuoti a 10 rotazioni N1  | EN 12697- 8  | %  | 11,00 – 15,00        |             |
| Vuoti a 120 rotazioni N2   | EN 12697- 8  | %  | 3,00 – 6,00          |             |
| Vuoti a 200 rotazioni N3   | EN 12697- 8  | %  | > 2,00               |             |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3  | EN 12697- 31 | N/mm <sup>q</sup>  | 0,95 – 1,70 GPa*10-3 |             |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3   | EN 12697- 31 | N/mm <sup>q</sup>  | > 75 GPa*10-3        |             |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta N3 a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua                                | EN 12697-12  | %  | < 25                 |             |
| Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione  |              |  |                      |             |
| Massa vol. su carote rispetto campione Marshall  | CNR 40/73    |  | 96%                  | 96%         |
| Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie   |              | Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 10 mm |                      |             |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti (carota)  | EN 12697-8   | %  | Min. 3,00 – max 9,00 |             |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

### **CONGLOMERATO BITUMINOSO MIGLIORATO PER STRATI DI COLLEGAMENTO O LIVELLAMENTO ( BINDER )**

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

| REQUISITI DEL CONGLOMERATO   |              |  |  |             |
|--|--------------|--|--|-------------|
|  | normativa    | u.m.   |  |             |
| Temperatura conglomerato   |              |  |  |             |
| All 'impianto di produzione  |              | °C   | 150 - 180  |             |
| Alla stesa, dietro finitrice   |              | °C   | > 150  |             |
| Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia   |              |  |  |             |
| Tipo di bitume contenuto   |              |  | 30 / 50  | 50 / 70     |
| Stabilità Marshall   | EN 12697-34  | KN   | ≥ 10,00  | ≥ 11,00     |
| Rigidezza Marshall   | EN 12697-34  | KN/m<br>m  | 3,00 – 5,00  | 3,00 – 5,00 |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti   | EN 12697-8   | %  | 3,00 – 7,00  | 3,00 – 7,00 |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua                                   | EN 12697-12  | %  | < 25   | < 25        |
| Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm |              |  |  |             |
| Vuoti a 10 rotazioni N1  | EN 12697- 8  | %  | 11,00 – 15,00  |             |
| Vuoti a 120 rotazioni N2   | EN 12697- 8  | %  | 3,00 – 6,00  |             |
| Vuoti a 200 rotazioni N3   | EN 12697- 8  | %  | > 2,00   |             |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3  | EN 12697- 31 | N/mm <sup>2</sup>  | 0,95 – 1,70 GPa*10-3                                       |             |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3   | EN 12697- 31 | N/mm <sup>2</sup>  | > 75 GPa*10-3  |             |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta N3 a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua                                | EN 12697-12  | %  | < 25   |             |
| Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione  |              |  |  |             |
| Massa vol. su carote rispetto campione Marshall  | CNR 40/73    |  | 97%  | 97%         |
| Regolarità superficiale:<br>regolo di 4m posto sulla superficie  |              | Massimo scostamento dalla superficie finita<br>pavimentazione = 6 mm |  |             |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui   | EN 12697-8   | %  | min 3,00 – max 8,00<br>3,00 - 8,50 per pendenza strada >6% |             |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

### **CONGLOMERATO BITUMINOSO MIGLIORATO PER STRATI DI USURA ( USURA )**

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

| REQUISITI DEL CONGLOMERATO   |             |           |                |
|--|-------------|-----------|----------------|
| caratteristiche  | normativa   | u.m.      | Bitume 50 / 70 |
| <i>Temperatura conglomerato</i>  |             |           |                |
| All 'impianto di produzione  |             | °C        | 150 - 180      |
| Alla stesa, dietro finitrice   |             | °C        | > 150          |
| <b><i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i></b> |             |           |                |
| Stabilità Marshall   | EN 12697-34 | KN        | ≥ 12,00        |
| Rigidezza Marshall   | EN 12697-34 | KN/m<br>m | 3,00 – 5,00    |

|   |              |  |  |
|---|--------------|--|--|
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti  | EN 12697-8   | %  | 3 - 6  |
| Prova di resistenza a trazione indiretta  | EN 12697-23  | N/mm <sup>2</sup>  | > 0,90   |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua  | EN12697-12   | %  | < 25   |
| <i>Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm</i> |              |  |  |
| Vuoti a 10 rotazioni N1   | EN 12697- 8  | %  | 11,00 – 15,00  |
| Vuoti a 140 rotazioni N2  | EN 12697- 8  | %  | 3,00 – 6,00  |
| Vuoti a 230 rotazioni N3  | EN 12697- 8  | %  | > 2,00   |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3   | EN 12697- 31 | N/mm <sup>2</sup>  | 0,95 – 1,70  |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3  | EN 12697- 31 | N/mm <sup>2</sup>  | > 75   |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta N3 a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua                                       | EN 12697-12  | %  | < 25   |
| <b><i>Caratteristiche conglomerato finito dopo la stesa e la compattazione</i></b>  |              |  |  |
| Massa vol. su carote rispetto campione Marshall   | CNR 40/73    | %  | 97   |
| Coeff. Aderenza Trasversale 15–90 gg (Scrim)  | CNR 147/92   | CAT  | tappeto 1 cat.> 0,60<br>tappeto 2 cat.> 0,55                             |
| Resistenza attrito radente 15–90 gg (Skid-tester)   | EN 13036-4   | BPN  | tappeto 1 cat. > 60<br>tappeto 2 cat. > 55                               |
| Macrorugosità superficiale 15–180 gg  | CNR 94/83    | HS   | tappeto 1 cat.> 0,60<br>tappeto 2 cat.> 0,50                             |
| Regolarità superficiale:<br>regolo di 4m posto sulla superficie   |              | Massimo scostamento dalla superficie finita<br>pavimentazione = 5 mm |  |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui  | EN 12697-8   | %  | min. 3,00 – max. 7,00<br>min.3,00 – max.8,00, per pendenza<br>strada >6% |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori la **COMPOSIZIONE DELLA MISCELA** che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

#### CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La D.L potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che degli eventuali additivi.

Nella zona di stoccaggio degli inerti non vi sarà presenza di argille e/o ristagni d'acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi dovranno essere distinti.

Il bitume modificato, se non usato subito, deve essere stoccato in cisterne riscaldate e dotate di impianti di agitazione e ricircolo.

La temperatura del legante bituminoso modificato al momento della miscelazione deve essere costante e compresa tra i 150°C e i 170°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati. L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

Il trasporto deve avvenire con un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare un'alimentazione regolare del cantiere, dotati di teloni di copertura e con distanza di percorrenza che garantisca la temperatura alla stesa non inferiore a 150°C.

#### POSA IN OPERA

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque per la stesa del Tappeto d'usura quando la temperatura esterna risulta inferiore ai 6°C.

MANO D'ATTACCO Prima di iniziare la stesa del conglomerato è necessario provvedere alla stesa della mano di attacco realizzata

#### Art. 23.9 Conglomerato bituminoso migliorato ad alto modulo

Il conglomerato bituminoso preconfezionato a caldo di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 1, titolo PA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego o riciclaggio, chiuso, composto da una curva granulometriche uguali a quelle dei conglomerati tradizionali con aggiunta di bitume modificato a bassa penetrazione e additivi.

Ha la funzione di migliorare le caratteristiche dei conglomerati tradizionali di base, binder ed usura ai quali è sostituito il bitume normale con idoneo bitume modificato con polimeri a bassissima penetrazione.

La modifica del bitume e la scelta di curve granulometriche diverse da quelle dei conglomerati tradizionali consentono di aumentare la rigidità della pavimentazione accrescendo la capacità portante (nei conglomerati di base e di collegamento) e migliorando il comportamento a fatica della pavimentazione aumentandone la vita utile.

Le modalità di produzione e posa sono simili, in particolare la temperatura di lavorazione e stesa deve essere aumentata di circa 10°C rispetto ai conglomerati tradizionali.

#### INERTI

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla norma UNI EN 13043.

##### *A) Aggregato grosso*

Vedasi le caratteristiche previste.

##### *B) Aggregato fine*

Vedasi le caratteristiche previste.

##### *C) Additivo minerale o "Filler"*

Vedasi le caratteristiche previste.

#### LEGANTI

##### *D) Bitume*

Come legante deve essere impiegato bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche con le caratteristiche specificate nella tabella di seguito riportata.

| CARATTERISTICHE                              | NORMATIV<br>A | u.m.  | TIPO DI BITUME<br>EN 14023 |         |
|--|---------------|-------|----------------------------|---------|
|  |               |       | 10/30                      | 30/50   |
| Penetrazione a 25°C                          | EN 1426       | mm/10 | 10/30                      | 30/50   |
| Punto di rammollimento (palla e anello)      | EN 1427       | °C    | > 70                       | > 65    |
| Punto di rottura (Fraass)                    | EN12593       | °C    | < - 6                      | < - 8   |
| Viscosità dinamica a 160°                    | EN13072-2     | Pa*s  | > 0, 60                    | > 0, 40 |
| Ritorno elastico a 25°C                      | EN13398       | %     | > 50                       | > 50    |
| <b>Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C</b> |               |       |                            |         |



|  |         |           |       |       |
|--|---------|-----------|-------|-------|
| Differenza Penetrazione<br>Punto rammollimento             | EN13399 | dmm<br>°C | < 5   | < 5   |
| <b>Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1</b> |         |           |       |       |
| Penetrazione residua a 25°C                                | EN 1426 | %         | > 60  | > 60  |
| Variazione massima del rammollimento                       | EN 1427 | °C        | +/- 5 | +/- 5 |

Come legante deve essere impiegato bitume di penetrazione 10/30 o 30/50 a scelta della D.L., in funzione del volume e del tipo di traffico che percorre la strada e delle condizioni ambientali e stagionali. Di preferenza verrà utilizzato il bitume 10/30 per strati di base e di collegamento sotto traffico molto pesante e lento.

*E) Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco*

L'emulsione bituminosa deve essere impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo. Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione cationica da bitume modificato a rottura rapida al 55% di bitume residuo (EC R 55 M ).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

| CARATTERISTICHE                    | normativa  | u.m     | valori    |
|------------------------------------|------------|---------|-----------|
| Polarità                           | EN 1430    | -       | Cationica |
| Contenuto di bitume + flussante    | EN 1431    | % peso  | 55 +/- 2  |
| Contenuto d'acqua                  | EN 1428    | % peso  | 45 +/- 2  |
| Viscosità Engler a 20 °C           | EN 12846   | ° E     | 5 - 10    |
| Indice di rottura                  | EN 13075-1 | Classe  | 3         |
| Valore di rottura                  |            | n° puro | 50 - 100  |
| Tendenza alla sedimentazione a 7gg | EN 12847   | % peso  | < 10      |
| <b>Residuo bituminoso</b>          |            |         |           |
| Penetrazione a 25°C                | EN 1429    | mm/10   | 50-70     |
| Punto di rammollimento             | EN 1427    | °C      | > 65      |
| Ritorno elastico                   | EN 13398   | %       | > 75      |

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita: tra strati di collegamento e tappeto d'usura: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

**ADDITIVI**

*I) Attivante adesione*

Sono da aggiungere alla miscela con le modalità e caratteristiche riportate alla voce "Conglomerato per strati di base" con bitumi normali.

**IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO**

Per la realizzazione del conglomerato non è possibile l'utilizzo di materiale fresato ;

**CONGLOMERATO BITUMINOSO ALTO MODULO PER STRATI DI BASE  
( BASE )**

**DESCRIZIONE**

Lo strato di base è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessori di posa compressi da 8 a 12 cm.

**INERTI**

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Devono rispettare quanto definito dalla Direttiva 89/106/CEE recepita con D.P.R. 246/2003 e applicata con Decreto Min. Attività Produttive del 7/4/2004 che definisce per gli aggregati per conglomerati bituminosi l'impiego della norma UNI EN 13043:2004.

**A1) Aggregato grosso:  $d > 2\text{ mm}$  e  $D < 45\text{ mm}$**

Sarà costituito da elementi frantumati ghiaie, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

|                                     |                      |                      |   |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|---|
| Dimensione massima                  | 30 mm                |                      |   |
| Requisiti di granulometria          | G <sub>c</sub> 85/20 | UNI EN 13043 prosp.2 |   |
| Percentuale di superfici frantumate | C <sub>100/0</sub>   | UNI EN 933-5         | Per inerti con $d \geq 4\text{ mm}$     |
| Resistenza alla frammentazione      | LA <sub>22</sub>     | UNI EN 1097-2        |   |
| Coefficiente di appiattimento       | FI <sub>30</sub>     | UNI EN 933-3         |   |
| Resistenza al gelo disgelo          | DS <sub>LA30</sub>   | UNI EN 1367-1        |   |
| Spogliamento in acqua               | < 5%                 | CNR 138/1992         | accettate entrambe le modalità di prova |
| Affinità tra aggregato e bitume     |                      | EN 12697-11          |   |

**B1) Aggregato fine:  $D < 2\text{ mm}$  e  $d > 0,063\text{ mm}$**

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                  |          |              |
|----------------------------------|----------|--------------|
| prova al blu di metilene         | MBF < 10 | UNI EN 933-8 |
| Prova dell'equivalente in sabbia | > 70 %   | UNI EN 933-8 |

**C1) Aggregato filler**

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                |       |                       |
|--------------------------------|-------|-----------------------|
| Passante al setaccio uni 0,125 | > 85% | EN 13043 prospetto 24 |
| Passante al setaccio uni 0,063 | > 70% | EN 13043 prospetto 24 |

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

**MISCELA**

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti e contenuta nei fusi riportati alle pagine allegate al termine del presente capitolato speciale nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

| <b>FUSO</b>                                      | <b>BASE A.M. 0 / 30</b> |
|--|-------------------------|
| <b>Crivelli e setacci UNI</b>                    | <b>% di passante</b>    |
| 30   | 100                     |
| 20   | 80 - 100                |
| 15   | 60 - 85                 |
| 10   | 40 - 65                 |
| 5  | 30 - 50                 |
| 2  | 20 - 36                 |
| 0,42   | 12 - 20                 |
| 0,18   | 8 - 15                  |
| 0,075  | 6 - 12                  |
| <i>Quantità di bitume sul peso inerti secchi</i> | <b>4,80% - 6,00%</b>    |

**REQUISITI DEL CONGLOMERATO**

| Tipo di bitume contenuto   | Normativa   | u.m.  |                     |  |
|--|-------------|---|---------------------|--|
| Temperatura conglomerato   |             |   |                     |  |
| All 'impianto di produzione  |             | °C  | 150 - 180           |  |
| Alla stesa, dietro finitrice   |             | °C  | > 150               |  |
| Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia       |             |   |                     |  |
| Stabilità Marshall   | EN 12697-34 | KN  | ≥ 17,00             |  |
| Rigidezza Marshall   | EN 12697-34 | KN/mm   | ≥3,00               |  |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti   | EN 12697-8  | %   | 1,00 – 4,00         |  |
| Prova di resistenza a trazione indiretta   | EN 12697-23 | N/mmq   | > 1,20              |  |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua | EN 12697-12 | %   | < 25                |  |
| Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione                          |             |   |                     |  |
| Massa vol. su carote rispetto campione Marshall  | CNR 40/73   |   | 96%                 |  |
| Regolarità superficiale:<br>regolo di 4m posto sulla superficie                        |             | Massimo scostamento dalla superficie finita<br>pavimentazione = 10 mm |                     |  |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti (carota)                                | EN 12697-8  | %   | Min 1,00 - max 5,00 |  |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

### **CONGLOMERATO BITUMINOSO ALTO MODULO PER STRATI DI COLLEGAMENTO O LIVELLAMENTO ( BINDER )**

#### **DESCRIZIONE**

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compresso da 5 a 7 cm.

#### **INERTI**

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Devono rispettare quanto definito dalla Direttiva 89/106/CEE recepita con D.P.R 246/2003 e applicata con Decreto Min. Attività Produttive del 7/4/2004 che definisce per gli aggregati per conglomerati bituminosi l'impegno della norma UNI EN 13043:2004.

#### **A2) Aggregato grosso: $d > 2mm$ e $D < 45mm$**

Sarà costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

|   |                      |                               |  |
|---|----------------------|-------------------------------|--|
| Dimensione massima  | 30 mm                |                               |  |
| Requisiti di granulometria                                | G <sub>c</sub> 85/20 | UNI EN 13043<br>prosp.2       |  |
| Percentuale di superfici frantumate                       | C <sub>100/0</sub>   | UNI EN 933-5<br>prosp.9       |  |
| Resistenza alla frammentazione                            | LA <sub>22</sub>     | UNI EN 1097-2                 |  |
| Coefficiente di appiattimento                             | FI <sub>30</sub>     | UNI EN 933-4                  |  |
| Resistenza al gelo disgelo                                | DS <sub>LA30</sub>   | UNI EN 1367-1                 |  |
| Spogliamento in acqua<br>(Affinità ai leganti bituminosi) | < 5%                 | CNR 138/1992<br>(EN 12697-11) | accettate entrambe<br>le modalità di prova |
| Porosità  | < 1,5%               | CNR 65/1978                   | accettate entrambe                         |

|                      |                    |                    |                      |
|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Assorbimento d'acqua | WA <sub>24</sub> 2 | EN 1097- 6 punto 7 | le modalità di prova |
|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|

**B2) Aggregato fine:  $D < 2 \text{ mm}$   $d > 0,063 \text{ mm}$**

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                  |          |              |
|----------------------------------|----------|--------------|
| prova al blu di metilene         | MBF < 10 | UNI EN 933-8 |
| Prova dell'equivalente in sabbia | > 70 %   | UNI EN 933-8 |

**C2) Aggregato Filler**

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                |       |                       |
|--------------------------------|-------|-----------------------|
| Passante al setaccio uni 0,125 | > 85% | EN 13043 prospetto 24 |
| Passante al setaccio uni 0,063 | > 70% | EN 13043 prospetto 24 |

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

**MISCELA**

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti e contenuta nei fusi riportati alle pagine allegate al termine del presente capitolato speciale nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

| <b>FUSO</b>                               | <b>BINDER A.M. 0 / 20</b> |
|---|---------------------------|
| <b>Crivelli e setacci UNI</b>             | <b>% di passante</b>      |
| 30  | 100                       |
| 20  | 80 - 100                  |
| 15  | 70 - 90                   |
| 10  | 55 - 75                   |
| 5   | 35 - 55                   |
| 2   | 28 - 42                   |
| 0,42                                      | 12 - 24                   |
| 0,18                                      | 10 - 15                   |
| 0,075                                     | 6 - 12                    |
| Quantità di bitume sul peso inerti secchi | <b>5,20% - 6,50%</b>      |

La quantità di Bitume, riferita al peso totale degli inerti secchi, variabile nell'intervallo 5,20 – 6,50 %, in ogni caso deve essere tale da conferire al conglomerato le proprietà fisiche-meccaniche sotto riportate, rilevate attraverso la prova Marshall eseguita secondo le Norme ASTM D 1559, a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia:

| <b>REQUISITI DEL CONGLOMERATO</b>   |                  |                   |             |  |
|---|------------------|-------------------|-------------|--|
|   | <b>normativa</b> | <b>u.m.</b>       |             |  |
| <i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i> |                  |                   |             |  |
| Stabilità Marshall  | EN 12697-34      | KN                | ≥ 17,00     |  |
| Rigidezza Marshall  | EN 12697-34      | KN/m<br>m         | ≥ 3,00      |  |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti  | EN 12697-8       | %                 | 1,00 – 4,00 |  |
| Prova di resistenza a trazione indiretta  | EN 12697-23      | N/mm <sup>2</sup> | > 1,00      |  |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua | EN 12697-12      | %                 | < 25        |  |
| <b>Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione</b>                    |                  |                   |             |  |

|   |            |  |                     |  |
|---|------------|--|---------------------|--|
| Massa vol. su carote rispetto campione Marshall                 | CNR 40/73  |  | 97%                 |  |
| Regolarità superficiale:<br>regolo di 4m posto sulla superficie |            | Massimo scostamento dalla superficie finita<br>pavimentazione = 6 mm |                     |  |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti<br>residui       | EN 12697-8 | %  | min 1,00 – max 5,00 |  |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

### **CONGLOMERATO BITUMINOSO ALTO MODULO PER STRATI DI USURA ( USURA )**

#### **DESCRIZIONE**

Lo strato di usura è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compresso da 4 a 5 cm.

#### **INERTI**

Gli aggregati lapidei detti anche inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale. Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla Direttiva 89/106/CEE recepita con D.P.R 246/2003 e applicata con Decreto Min. Attività Produttive del 7/4/2004 che definisce per gli aggregati per conglomerati bituminosi l'impiego della UNI EN 13043:2004.

#### **A3) Aggregato grosso: d> 2mm e D<45 mm**

Sarà costituito esclusivamente da elementi di frantumazione o naturali a spigoli vivi, privi di elementi in fase di alterazione, polvere, materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

|   | <b>Tappeto</b>       |                               |
|---|----------------------|-------------------------------|
| Dimensione massima  | 15 mm                |                               |
| Requisiti di granulometria                                | G <sub>c</sub> 90/10 | UNI EN 13043 prosp. 2         |
| Percentuale di superfici frantumate                       | C <sub>100/0</sub>   | UNI EN 933-5                  |
| Resistenza alla frammentazione                            | LA <sub>22</sub>     | UNI EN 1097-2                 |
| Resistenza alla levigazione                               | PSV <sub>44</sub>    | UNI EN 1097-8                 |
| Indice di forma   | FI <sub>20</sub>     | UNI EN 933-4                  |
| Resistenza al gelo disgelo                                | F1                   | UNI EN 1367-1                 |
| Spogliamento in acqua<br>(Affinità ai leganti bituminosi) | 0 %                  | CNR 138/1992<br>(EN 12697-11) |
| Porosità  | < 1,5%               | CNR 65/1978                   |
| Assorbimento d'acqua                                      | WA <sub>242</sub>    | UNI EN 1097-6                 |

#### **B3) Aggregato fine: passante al 2 mm e trattenuto allo 0,063 mm**

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti :

|                                  |                   |                          |
|----------------------------------|-------------------|--------------------------|
| Requisiti di granulometria       | G <sub>F</sub> 85 | UNI EN 13043 prospetto 2 |
| Prova dell'equivalente in sabbia | > 70 %            | UNI EN 933-8             |

#### **C3) Aggregato filler**

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                |       |                       |
|--------------------------------|-------|-----------------------|
| Passante al setaccio uni 0,125 | > 85% | EN 13043 prospetto 24 |
| Passante al setaccio uni 0,063 | > 70% | EN 13043 prospetto 24 |

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

#### MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti e contenuta nei fusi riportati alle pagine allegate al termine del presente capitolato speciale nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

| FUSO   | TAPPETO 0 / 18       |
|--|----------------------|
| Serie EN   |                      |
| 1,4 D  | 100 - 100            |
| 18   | 90 - 100             |
| 12,5   | 63 - 100             |
| 10   | 80 - 90              |
| 8  | 53 - 80              |
| 4  | 43 - 65              |
| 2  | 25 - 45              |
| 0,5  | 6 - 15               |
| 0,063  | 5 - 8                |
| <i>Quantità di bitume sul peso inerti secchi</i> | <b>5,00% - 7,00%</b> |
| <i>Spessore cm min - max</i>                     | <b>4 - 5</b>         |

| REQUISITI DEL CONGLOMERATO  |             |   |                         |
|---|-------------|---|-------------------------|
| caratteristiche   | normativa   | u.m.  | Bitume modificato 30/50 |
| <i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i> |             |   |                         |
| Stabilità Marshall  | EN 12697-34 | KN  | ≥ 15,00                 |
| Rigidezza Marshall  | EN 12697-34 | KN/m<br>m   | > 3,00                  |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti  | EN 12697-8  | %   | 3,00 – 5,00             |
| Prova di resistenza a trazione indiretta  | EN 12697-23 | N/mmq   | > 1,00                  |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua  | EN12697-12  | %   | < 25                    |
| <b><i>Caratteristiche conglomerato finito dopo la stesa e la compattazione</i></b>      |             |   |                         |
| Massa vol. su carote rispetto campione Marshall   | CNR 40/73   | %   | 98                      |
| Coeff. Aderenza Trasversale 15–90 gg (Scrim)  | CNR 147/92  | CAT   | > 0,60                  |
| Resistenza attrito radente 15–90 gg (Skid-tester)                                       | EN 13036-4  | BPN   | > 60                    |
| Macrorugosità superficiale 15–180 gg  | CNR 94/83   | HS  | > 0,60                  |
| Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie                            |             | Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm |                         |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui                                  | EN 12697-8  | %   | min3,00 – max 6,50      |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori la COMPOSIZIONE DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

#### CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La D.L potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che degli eventuali additivi.

Nella zona di stoccaggio degli inerti non vi sarà presenza di argille e/o ristagni d'acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi dovranno essere distinti.

Il bitume modificato, se non usato subito, deve essere stoccato in cisterne riscaldate e dotate di impianti di agitazione e ricircolo.

La temperatura del legante bituminoso modificato al momento della miscelazione deve essere costante e compresa tra i 150°C e i 170°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati. L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

Il trasporto deve avvenire con un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare un'alimentazione regolare del cantiere, dotati di teloni di copertura e con distanza di percorrenza che garantisca la temperatura alla stesa non inferiore a 150°C.

#### POSA IN OPERA

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque per la stesa del Tappeto d'usura quando la temperatura esterna risulta inferiore ai 6°C.

**MANO D'ATTACCO** Prima di iniziare la stesa del conglomerato è necessario provvedere alla stesa della mano di attacco realizzata con emulsione bituminosa al 60% di bitume spruzzata con apposite macchine in quantità di 0,50 kg/mq (+/- 0,20).

**POSA** La posa in opera del conglomerato bituminoso, con spessore minimo di 3 cm, sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate d'automatismi d'autolivellamento. La velocità di avanzamento non deve essere superiore ai 4 – 5 metri/minuto. La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve mai essere inferiore ai 150°C.

**FORMAZIONE GIUNTI** Nella posa in opera si deve dare la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali, meglio se si opera con due macchine vibrofinitrici affiancate in modo da garantire l'adesione delle due strisciate. Quando questo non è possibile è indispensabile utilizzare un'emulsione cationica al 55% spruzzandola direttamente sul bordo della strisciata per garantire e ottimizzare l'adesione della stesa successiva. In alternativa si potrà riscaldare contemporaneamente con apposito apparecchio a raggi infrarossi (ristuccatore) il bordo della striscia adiacente stesa curando particolarmente il giunto longitudinale tra le due strisce.

Quando il bordo della strisciata è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura. La stessa operazione dovrà essere eseguita per i giunti orizzontali.

Le due strisciate devono essere sfalsate di almeno 20cm e il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate normalmente dalle ruote dei veicoli.

Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa.

**COMPATTAZIONE** Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione.

Il costipamento deve essere realizzato con rulli del peso minimo di 20 ton preferibilmente gommati, oppure metallici a rapida inversione di marcia di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche solo per le operazioni di rifinitura dei giunti e le riprese.

Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo, gommato o metallico, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La densità del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un valore inferiore del 96% del provino Marshall per lo strato di base e del 97% per gli strati d'usura e binder.

La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

#### Art. 23.10 Conglomerato bituminoso irruvidito ed antiscivolo tipo Splittmastix (SMA)

Il conglomerato bituminoso preconfezionati a caldo di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 5, titolo SMA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego a granulometria discontinua chiuso e impermeabile agli strati sottostanti, composto da una curva abbastanza discontinua con elevata quantità di graniglia in cui i vuoti sono riempiti da un mastice di bitume modificato, filler, fibre organiche e additivi.

Ha la funzione di migliorare le caratteristiche di aderenza in condizioni di asciutto o bagnato, impermeabilizzare completamente gli strati sottostanti ed attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

Viene steso a caldo con spessori compressi tra 3 e 4 cm, previa applicazione di mano d'attacco con emulsione bituminosa modificata.

#### INERTI

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla norma UNI EN 13043.

##### *A) Aggregato grosso: $d > 2 \text{ mm}$ e $D < 45 \text{ mm}$*

Dovrà essere costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie derivanti dalla frantumazione di rocce lapidee di natura preferibilmente basaltica o derivanti dalla frantumazione di ciottoli e ghiaie, purché privi di elementi in fase di alterazione.

Non devono avere forma appiattita, allungata e lenticolare.

Qualunque sia la loro provenienza, detti materiali devono avere forma poliedrica a spigoli vivi, superfici rugose e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

|                                     |               |                             |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Dimensione massima                  |               | 15 mm                       |
| Percentuale di superfici frantumate | UNI EN 933-5  | $C_{100/0}$                 |
| Resistenza alla frammentazione      | UNI EN 1097-1 | $LA_{20}$                   |
| Resistenza alla levigazione         | UNI EN 1097-8 | $PSV_{44}$                  |
| Coefficiente di appiattimento       | UNI EN 933-3  | $FI_{30}$                   |
| Resistenza al gelo disgelo          | UNI EN 1367-1 | $F_1$                       |
| Affinità ai leganti bituminosi      | EN 12697-11   | >80% a 6 ore, >75% a 12 ore |
| Assorbimento d'acqua                | UNI EN 1097-6 | $WA_{242}$                  |

##### *B) Aggregato fine: $D < 2 \text{ mm}$ e $d > 0,063 \text{ mm}$*

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

|                                     |                |             |
|-------------------------------------|----------------|-------------|
| Percentuale di superfici frantumate | UNI EN 933-5   | $C_{100/0}$ |
| Equivalente in sabbia               | UNI EN 933-8   | > 70%       |
| Contenuto di fini                   | UNI EN 933 - 1 | $f_5$       |

##### *C) Fresato*

Per la realizzazione del conglomerato NON È CONSENTITO l'utilizzo di materiale fresato proveniente da strati bitumati di pavimentazione stradale.

##### *D) Aggregato filler*

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica.

Devono soddisfare i seguenti requisiti:

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Requisiti di granulometria per filler addizionati</b> |  |  |
|--|--|--|



|                                |       |                       |
|--------------------------------|-------|-----------------------|
| Passante al setaccio uni 0,125 | > 85% | EN 13043 prospetto 24 |
| Passante al setaccio uni 0,063 | > 70% | EN 13043 prospetto 24 |

Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati costituenti il conglomerato bituminoso. Rapporto filler/bitume 1,10 – 1,70.

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate.

## LEGANTI

### *D) Bitume*

Come legante deve essere impiegato bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche. Dovrà essere utilizzato bitume con penetrazione 50/70 nelle due tipologie classe 3 o classe 4 in funzione del tipo di traffico, delle condizioni ambientali e di temperatura operativa.

Il bitume deve soddisfare le caratteristiche di accettazione sotto riportate:

| CARATTERISTICHE   | NORMATIV<br>A |           | TIPO DI BITUME<br>EN 14023 |            |
|---|---------------|-----------|----------------------------|------------|
|   | E.N.          | u.m.      | 50/70<br>a                 | 50/70<br>b |
| Penetrazione a 25°C   | EN 1426       | mm/10     | 50/70                      | 50/70      |
| Punto di rammollimento (Palla e anello)                               | EN 1427       | °C        | > 65                       | > 60       |
| Punto di rottura (Fraass)   | EN 12593      | °C        | < - 15                     | < - 12     |
| Viscosità dinamica a 160°   | EN 13072-2    | Pa*s      | > 0, 40                    | > 0, 25    |
| Ritorno elastico a 25°C   | EN 13398      | %         | > 75                       | > 50       |
| <b>Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C</b>                          |               |           |                            |            |
| Differenza temperature: Penetrazione a 25°C<br>Punto di rammollimento | EN 13399      | dmm<br>°C | < 5                        | < 5        |
| <b>Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1</b>            |               |           |                            |            |
| Penetrazione residua a 25°C   | EN 1426       | %         | > 60                       | > 60       |
| Variazione massima del rammollimento                                  | EN 1427       | °C        | 5                          | 5          |

### *E) Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco*

Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione CATIONICA da bitume modificato a rottura rapida al 65% di bitume residuo (EC R 65 M).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

| CARATTERISTICHE                    | normativa   | u.m     | valori    |
|------------------------------------|-------------|---------|-----------|
| Polarità                           | EN 1430     | -       | Cationica |
| Contenuto di bitume + flussante    | EN 1431     | % peso  | 65 +/- 2  |
| Contenuto d'acqua                  | CNR 101/84  | % peso  | 35 +/- 2  |
| Viscosità Engler a 20 °C           | EN 12846    | ° E     | > 15      |
| Indice di rottura                  | EN 13075-1  | Classe  | 3         |
| Valore di rottura                  |             | n° puro | 50 - 100  |
| Tendenza alla sedimentazione a 7gg | EN 12847    | % peso  | < 10      |
| <b>Residuo bituminoso</b>          |             |         |           |
| Penetrazione a 25°C                | UNI EN 1429 | mm/10   | 50-70     |
| Punto di rammollimento             | UNI EN 1427 | °C      | > 65      |

|                  |          |   |      |
|------------------|----------|---|------|
| Ritorno elastico | EN 13398 | % | > 75 |
|------------------|----------|---|------|

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita:  
tra strati di collegamento e tappeto d'usura: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

## ADDITIVI

### *F) Fibre per il rinforzo strutturale*

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, diminuendo la suscettibilità termica.

Danno inoltre vantaggi sulle lavorazioni aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di collaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti.

L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale (vetro) o sintetica (fibre acriliche); si possono usare soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc).

In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (ad es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

L'elemento rinforzante principale deve essere contenuto almeno al 70%, mentre le percentuali di impiego della fibra o delle sue miscele sono indicativamente 0,05% - 0,5% in peso sugli aggregati a seconda della tipologia di fibra impiegata o della presenza o meno delle miscele.

L'impiego delle fibre richiede l'utilizzo di macchinari per la corretta dosatura, disaggregazione e dispersione nel conglomerato, oltreché per evitare fenomeni di dispersione in aria. Le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare nel conglomerato.

Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante.

Le fibre rinforzanti, devono avere le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche:

- Lunghezza (mm) 200 – 6000 , Diametro (mm) 8 – 20 , Resistenza alla trazione (GPa) 1,5 - 3
- Allungamento massimo (%) 1 – 3; Punto di fusione (°C) > 300 °C

### *J) Attivante adesione*

Vedasi le caratteristiche riportate alla voce “Conglomerato per strati di base”.

## MISCELA

La Miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere composizione granulometrica compresa nei seguenti limiti:

|  | <b>S.M.A. 0 / 16</b>  | <b>S.M.A. 0 / 12.5</b> |
|--|-----------------------|------------------------|
| Serie EN   | % DI PASSANTE IN PESO | % DI PASSANTE IN PESO  |
| 16   | 100                   |                        |
| 12,5   | 90 - 100              | 100                    |
| 8  | 75 - 90               | 85 - 100               |
| 4  | 30 - 45               | 30 - 45                |
| 2  | 20 - 30               | 20 - 30                |
| 0,5  | 10 - 20               | 12 - 22                |
| 0,125  | 9 - 18                | 9 - 16                 |
| 0,063  | 8 - 13                | 7 - 11                 |
| <i>Quantità di bitume sul peso inerti secchi</i> | <b>6,00% - 7,50%</b>  | <b>6,00% - 7,50%</b>   |
| <i>Spessore cm min max</i>                       | <b>4-5</b>            | <b>3</b>               |

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

## REQUISITI DEL CONGLOMERATO

|   | EN  | U.M.              |                     |
|---|---|-------------------|---------------------|
| Tipo di bitume  |   |                   | <b>50/70</b>        |
| <b><i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i></b>                                  |   |                   |                     |
| Stabilità Marshall  | EN 12697-34   | KN                | $\geq 11,00$        |
| Rigidezza Marshall  | EN 12697-34   | KN/m<br>m         | 3,00 – 4,50         |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti  | EN 12697-8  | %                 | 2,00 - 4,00         |
| Resistenza a trazione indiretta   | EN 12697-23   | N/mm <sup>2</sup> | > 0,60              |
| Coefficiente di trazione indiretta  | EN 12697-23   | N/mm <sup>2</sup> | > 45                |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua  | EN 12697-12   | %                 | < 25                |
| <i>Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm</i> |   |                   |                     |
| Vuoti a 10 rotazioni  | EN 12697- 8   | %                 | 10,00 – 14,00       |
| Vuoti a 100 rotazioni   | EN 12697- 8   | %                 | Min 2,00 – max 6,00 |
| Vuoti a 180 rotazioni   | EN 12697- 8   | %                 | > 2,00              |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C – 100 rotaz.   | EN 12697- 31  | N/mm <sup>2</sup> | 0,40 – 1,00         |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25°C – 100 rotaz.  | EN 12697- 31  | N/mm <sup>2</sup> | > 35                |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua  | EN 12697-12   | %                 | < 10                |
| <b><i>Caratteristiche conglomerato finito dopo stesa e la compattazione</i></b>   |   |                   |                     |
| Massa vol. delle carote indist. rispetto provini Marshall   | CNR 40/73   | %                 | 97                  |
| Coeff. Aderenza Trasversale a 15 –90 gg (Scrim)   | CNR147/92   | CAT               | > 0,60              |
| Resistenza attrito radente a 15 – 90 gg (Skid – tester)   | EN 13036-4  | BPN               | > 60                |
| Macrorugosità superficiale a 15 – 180 gg  | EN 13036-1  | HS                | > 0,60              |
| Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie  | Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm |                   |                     |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti  | EN 12697-8  | %                 | Min 4,00 - max 6,00 |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

#### CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo ( tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che degli eventuali additivi.

Nella zona di stoccaggio degli inerti non vi sarà presenza di argille e/o ristagni d'acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi dovranno essere distinti.

Il bitumi modificato, se non usato subito, deve essere stoccato in cisterne riscaldate e dotate di impianti di agitazione e ricircolo.

La temperatura del legante bituminoso modificato, al momento della miscelazione deve essere costante e compresa tra i 150°C e i 170°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati.

L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

Il trasporto deve avvenire con un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare un'alimentazione regolare del cantiere, dotati di teloni di copertura e con distanza di percorrenza che garantisca la temperatura alla stesa non inferiore a 150°C.

#### POSA IN OPERA

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque quando la temperatura esterna risulta inferiore ai 8°C.

**MANO DI ATTACCO** Prima di iniziare la stesa del conglomerato è necessario provvedere alla stesa della Mano di Attacco realizzata con bitumi modificati con funzione di aggrappo e impermeabilizzazione da eseguire con due modalità alternative in funzione delle caratteristiche dello strato sottostante:

- membrana di bitume modificato tipo 50/70 tal quale spruzzato a caldo  $t > 180^{\circ}\text{C}$  con apposite macchine in quantità di 1,00 kg/mq (+/- 0,20) con spargimento di graniglia 8/12mm in quantità di 6 – 8 l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.
- emulsione bituminosa al 70% di bitume modificato spruzzata con apposite macchine in quantità di 1,50 kg/mq (+/- 0,20) con spargimento di graniglia 8/12mm in quantità di 6 – 8 l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.

**POSA** Sulla mano d'attacco verrà steso lo strato di conglomerato con spessore minimo di 3 cm.

La posa in opera del conglomerato bituminoso sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate d'automatismi d'autolivellamento. La velocità di avanzamento non deve essere mediamente superiore ai 6 – 7 metri/minuto. La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve mai essere inferiore ai 140°C.

**FORMAZIONE GIUNTI** si deve dare la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali, meglio se si opera con due macchine vibrofinitrici affiancate in modo da garantire l'adesione delle due strisciate. Quando questo non è possibile è indispensabile utilizzare un'emulsione cationica al 55% spruzzandola direttamente sul bordo della strisciata per garantire e ottimizzare l'adesione della stesa successiva. In alternativa si potrà riscaldare contemporaneamente con apposito apparecchio a raggi infrarossi (ristuccatore) il bordo della striscia adiacente stesa curando particolarmente il giunto longitudinale tra le due strisce.

Quando il bordo della strisciata è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura. La stessa operazione dovrà essere eseguita per i giunti orizzontali.

Le due strisciate devono essere sfalsate di almeno 20 cm e il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate normalmente dalle ruote dei veicoli.

Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa.

**COMPATTAZIONE** Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione.

Il costipamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli statici del peso minimo di 8 ton di tipo metallico a rapida inversione di marcia, posti a circa 1 metro dalla finitrice. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche per le operazioni di rifinitura dei giunti e le riprese.

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La densità del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un valore inferiore del 97% del provino Marshall.

La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

#### Art. 23.11 Conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente

Il conglomerato bituminoso di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 7, titolo PA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego a granulometria aperta con elevata quantità di graniglia e bassa presenza di sabbia, filler, bitume modificato, additivi e fibre per il rinforzo strutturale del bitume.

Dopo compattazione presenta una porosità intercomunicante 4 o 5 volte superiore a quella di un tradizionale tappeto d'usura.

Ha la funzione di ottimizzare le caratteristiche di aderenza in condizioni di pioggia e asciutto, garantire una buona visibilità ai veicoli transitanti eliminando i veli d'acqua sulla superficie stradale, attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici ed impermeabilizzare completamente gli strati sottostanti.

Il conglomerato viene steso in spessori compresi tra 3 e 5 cm, previa formazione di una strato sottostante impermeabile su cui scorre l'acqua permeata dalla superficie.

### INERTI

Gli inerti sono costituiti da elementi rispondenti alla norma UNI EN 13043.

#### *A) Aggregato grosso: $d > 2 \text{ mm}$ e $D < 45 \text{ mm}$*

Sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie derivanti dalla frantumazione di rocce lapidee di natura preferibilmente basaltica o derivanti dalla frantumazione di ciottoli e ghiaie, purché privi di elementi in fase di alterazione.

Non devono avere forma appiattita, allungata e lenticolare.

Qualunque sia la loro provenienza, detti materiali devono avere forma poliedrica a spigoli vivi, superfici rugose e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

|                                     |                 |                             |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Dimensione massima                  |                 | 12 mm                       |
| Requisiti di granulometria          | UNI EN 13043    | G <sub>C</sub> 90 / 15      |
| Percentuale di superfici frantumate | UNI EN 933-5    | C <sub>100/0</sub>          |
| Resistenza alla frammentazione      | UNI EN 1097-2   | LA <sub>20</sub>            |
| Resistenza alla levigazione         | UNI EN 1097-8   | PSV <sub>44</sub>           |
| Coefficiente di appiattimento       | UNI EN 933-3    | FI <sub>20</sub>            |
| Resistenza al gelo disgelo          | UNI EN 1367-1   | F <sub>1</sub>              |
| Affinità ai leganti bituminosi      | UNI EN 12697-11 | >80% a 6 ore, >75% a 12 ore |

#### *B) Aggregato fine: $D < 2 \text{ mm}$ e $d > 0,063 \text{ mm}$*

L'aggregato fine dovrà essere costituito da sabbia di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

|                                     |                    |                       |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Percentuale di superfici frantumate | C <sub>100/0</sub> | UNI EN 933-5          |
| Resistenza alla frammentazione      | LA <sub>25</sub>   | UNI EN 1097-2         |
| Prova dell'equivalente in sabbia    | > 75%              | UNI EN 933-8          |
| Passante al setaccio UNI 0,063      | < 10%              | EN 13043 prospetto 24 |

Per la realizzazione del conglomerato NON è consentito l'utilizzo come aggregato grosso o fine di materiale fresato proveniente da strati bitumatI di pavimentazione stradale.

#### *C) Additivo minerale o "Filler"*

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica.

Devono soddisfare i seguenti requisiti:

|                                |       |                       |
|--------------------------------|-------|-----------------------|
| Passante al setaccio UNI 0,125 | > 85% | EN 13043 prospetto 24 |
| Passante al setaccio UNI 0,063 | > 70% | EN 13043 prospetto 24 |

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

Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati costituenti il conglomerato bituminoso. Rapporto filler/ bitume 1,10 – 1,70.

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate.

#### *E) Fibre per il rinforzo strutturale del bitume*

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, diminuendo la suscettibilità termica.

Danno inoltre vantaggi sulle lavorazioni aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di colaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti.

Vanno impiegate obbligatoriamente per conglomerati bituminosi con % di vuoti > 15% (a n° giri medio N2 alla giratoria) per aumentarne la stabilità nel tempo.

L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale (vetro) o sintetica (fibre acriliche); si possono usare soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc).

In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (ad es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

L'elemento rinforzante principale deve essere contenuto almeno al 70%, mentre le percentuali di impiego della fibra o delle sue miscele sono indicativamente 0,05% - 0,5% in peso sugli aggregati a seconda della tipologia di fibra impiegata o della presenza o meno delle miscele.

L'impiego delle fibre richiede l'utilizzo di macchinari per la corretta dosatura, disgregazione e dispersione nel conglomerato, oltreché per evitare fenomeni di dispersione in aria. Le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare nel conglomerato.

Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante.

Le fibre rinforzanti, devono avere le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche:

- Lunghezza (mm) 200 – 6000 , Diametro (mm) 8 – 20 , Resistenza alla trazione (GPa) 1,5 - 3
- Allungamento massimo (%) 1 – 3; Punto di fusione (°C) > 300 °C

## LEGANTI

### *D) Bitume*

Come legante deve essere impiegato bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche. Dovrà essere utilizzato bitume con penetrazione 50/70, con preferenza per la classe 3, in funzione del tipo di traffico, delle condizioni ambientali e di temperatura operativa.

Il bitume deve soddisfare le caratteristiche di accettazione sotto riportate:

| CARATTERISTICHE  | normativa  |           | TIPO DI BITUME<br>EN 12591 |            |
|--|------------|-----------|----------------------------|------------|
|  | E.N.       | u.m.      | 50/70<br>a                 | 50/70<br>b |
| Penetrazione a 25°C  | EN 1426    | mm/10     | 50/70                      | 50/70      |
| Punto di rammollimento (palla e anello)                    | EN 1427    | °C        | > 65                       | > 60       |
| Punto di rottura (Fraass)                                  | EN 12593   | °C        | < - 15                     | < - 12     |
| Viscosità dinamica a 160°                                  | EN 13072-2 | Pa*s      | > 0, 40                    | > 0, 25    |
| Ritorno elastico a 25°C                                    | EN 13398   | %         | > 75                       | > 50       |
| <b>Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C</b>               |            |           |                            |            |
| Differenza temp. - Penetrazione<br>- Punto rammollimento   | EN 13399   | dmm<br>°C | < 5                        | < 5        |
| <b>Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1</b> |            |           |                            |            |
| Penetrazione residua a 25°C                                | EN 1426    | %         | > 60                       | > 60       |
| Variazione massima del Rammollimento                       | EN 1427    | °C        | 5                          | 5          |

### *E) Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco*

Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione cationica da bitume modificato a rottura rapida al 65% di bitume residuo (EC R 65 M).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

| CARATTERISTICHE | normativa | u.m | valori    |
|-----------------|-----------|-----|-----------|
| Polarità        | EN 1430   | -   | Cationica |

|                                    |             |         |          |
|------------------------------------|-------------|---------|----------|
| Contenuto di bitume + flussante    | EN 1431     | % peso  | 65 +/- 2 |
| Contenuto d'acqua                  | CNR 101/84  | % peso  | 35 +/- 2 |
| Viscosità Engler a 20 °C           | EN 12846    | ° E     | > 15     |
| Indice di rottura                  | EN 13075-1  | Classe  | 3        |
| Valore di rottura                  |             | n° puro | 50 - 100 |
| Tendenza alla sedimentazione a 7gg | EN 12847    | % peso  | < 10     |
| <i>Residuo bituminoso</i>          |             |         |          |
| Penetrazione a 25°C                | UNI EN 1429 | mm/10   | 50-70    |
| Punto di rammollimento             | UNI EN 1427 | °C      | > 65     |
| Ritorno elastico                   | EN 13398    | %       | > 75     |

La mano di attacco impermeabilizzante verrà eseguita con la spruzzatura di emulsione bituminosa modificata effettuata in ragione di 1,5 kg/mq e successiva granigliatura.

## MISCELA

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere composizione granulometrica compresa nei seguenti limiti:

| <b>FUSO</b>                                      | <b>DRENANTE 0/12,5</b> | <b>DRENANTE 0/16</b>  |
|--|------------------------|-----------------------|
| Serie EN   | % DI PASSANTE IN PESO  | % DI PASSANTE IN PESO |
| 16   |                        | 100 - 100             |
| 12,5   | 100                    | 80 - 100              |
| 8  | 85 - 100               | 15 - 35               |
| 4  | 15 - 30                | 5 - 20                |
| 2  | 10 - 20                | 0 - 12                |
| 0,5  | 10 - 17                | 0 - 10                |
| 0,125  | 7 - 10                 | 0 - 8                 |
| 0,063  | 5 - 8                  | 0 - 6                 |
| <i>Quantità di bitume sul peso inerti secchi</i> | <b>4,50% - 5,50%</b>   | <b>4,50% - 5,50%</b>  |
| <i>Spessore cm min - max</i>                     | <b>3 - 4</b>           | <b>4 - 5</b>          |

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

| <b>REQUISITI DEL CONGLOMERATO</b>   |             |                   |                   |
|---|-------------|-------------------|-------------------|
|   | EN          | u.m.              |                   |
| Tipo di bitume  |             |                   | <b>50/70</b>      |
| <i>Temperatura conglomerato</i>   |             |                   |                   |
| All 'impianto di produzione   |             | °C                | <b>150 - 180</b>  |
| Alla stesa, dietro finitrice  |             | °C                | <b>&gt; 140</b>   |
| <i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 50 colpi per faccia</i>   |             |                   |                   |
| Stabilità Marshall  | EN 12697-34 | KN                | <b>≥ 6,00</b>     |
| Rigidezza Marshall  | EN 12697-34 | KN/mm             | <b>&gt; 2,50</b>  |
| Determinazione delle caratteristiche dei vuoti  | EN 12697-8  | %                 | <b>18 - 24</b>    |
| Massa vol. delle carote indist. rispetto provini Marshall   | CNR 40/73   | %                 | <b>&gt; 96</b>    |
| Prova di Resistenza a trazione Indiretta  | EN 12697-23 | N/mm <sup>2</sup> | <b>&gt; 0,60</b>  |
| Coefficiente di trazione Indiretta  | EN 12697-23 | N/mm <sup>2</sup> | <b>&gt; 30</b>    |
| Perdita in peso alla prova Cantabro su provini Marshall   |             | %                 | <b>&lt; 25</b>    |
| <i>Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot. 1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam. 150mm</i> |             |                   |                   |
| Vuoti a 10 rotazioni  | EN 12697- 8 | %                 | <b>&gt; 25,00</b> |

|  |   |                   |                    |        |                    |        |        |
|--|---|-------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------|
| Vuoti a 100 rotazioni  | EN 12697- 8   | %                 | > 22,00            |        |                    |        |        |
| Vuoti a 180 rotazioni  | EN 12697- 8   | %                 | > 18,00            |        |                    |        |        |
| Resistenza a trazione indiretta a 25°C – 100 rotaz.  | EN 12697- 31  | N/mm <sup>q</sup> | 0,20 – 0,45        |        |                    |        |        |
| Coefficiente di trazione indiretta a 25°C – 100 rotaz.   | EN 12697- 31  | N/mm <sup>q</sup> | > 15               |        |                    |        |        |
| Perdita di Resistenza a trazione Indiretta 100 rot. a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua    | EN 12697-12   | %                 | < 25               |        |                    |        |        |
| Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione   |   |                   |                    |        |                    |        |        |
| Coeff. Aderenza Trasversale dal 15° al 90° gg (Scrim)  | CNR 147/92  | CAT               | > 0,55             |        |                    |        |        |
| Res. attrito radente dal 15 ° al 90° gg (Skid – tester)  | EN 13036-4  | BPN               | > 60               |        |                    |        |        |
| Macrorugosità superficiale dal 15° al 180° gg  | EN 13036-1  | HS                | > 0,80             |        |                    |        |        |
| Capacità drenante eseguita in sito con permeametro H250mm su 154 cmq                               |   | Litri/mi<br>n     | > 12<br>usura 0/12 |        | > 16<br>usura 0/16 |        |        |
| Coefficiente fonoassorbenza (tubo Kundt) su carote dal 15° al 60° gg                               |   | Hz                | 630                | 800    | 1000               | 1600   | 2000   |
|  |   | a                 | > 0.15             | > 0.21 | > 0.32             | > 0.25 | > 0.26 |
| Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie                                       | Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm |                   |                    |        |                    |        |        |
| Presenza di ristagni d’acqua sulla superficie della pavimentazione durante e dopo l’evento piovoso | Nessuno   |                   |                    |        |                    |        |        |

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

#### CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

L'impresa appaltatrice dovrà avere un approvvigionamento costante e monitorato.

La temperatura di stoccaggio del legante bituminoso deve essere garantita e compresa tra i 150°C e i 180°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei al momento della miscelazione compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati.

L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

#### POSA IN OPERA

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e non dovranno eseguirsi con temperature esterne inferiori a 10°C, considerata la rapidità di raffreddamento dovuta all'elevata porosità dello strato .

**DRENAGGIO ACQUE** inizialmente va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso interstiziale delle acque:

- le opere esterne di drenaggio idrico e in particolare la canaletta laterale di raccolta lungo la banchina laterale
- la pendenza trasversale del piano di posa che deve avere una pendenza minima del 2,50%: sotto questo valore necessita risagomare il piano di posa. Controllo analogo va fatto sulla pendenza longitudinale.

E' poi necessario procedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche la segnaletica orizzontale presente.

**STRATO IMPERMEABILIZZANTE** Successivamente si procederà con la stesa dello strato Impermeabilizzante secondo una delle 3 modalità alternative, in base alle caratteristiche del piano di posa:

- 1) **VECCHIA PAVIMENTAZIONE FRESATA IN CATTIVE CONDIZIONI, CON FESSURAZIONI:** stesa di una membrana (rinforzata tipo SAMI) di bitume modificato tipo 50/70 tal quale spruzzato a caldo T>180°C in



quantità di 2,20 kg/mq (+/- 0,20) con apposite macchine in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto e il dosaggio previsto e con spargimento di graniglia 8/12mm prebitumata in quantità di 20l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, compattazione con rullo gommato e successivo passaggio di motospazzatrice per l'asporto della graniglia non ancorata alla membrana.

- 2) *VECCHIA PAVIMENTAZIONE FRESATA IN BUONE CONDIZIONI, SENZA FESSURAZIONI*: stesa di una membrana sottile di bitume modificato tipo 50/70 tal quale spruzzato a caldo  $T > 180^{\circ}\text{C}$  in quantità di 1,20 kg/mq (+/- 0,20) con apposite macchine in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto e il dosaggio previsto e con spargimento di graniglia 8/12mm prebitumata in quantità di 6 – 8l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.
- 3) *PAVIMENTAZIONE NON FRESATA IN BUONE CONDIZIONI, SENZA FESSURAZIONI*: stesa di emulsione bituminosa al 70% di bitume modificato spruzzata con apposite macchine in quantità di 1,50 kg/mq (+/- 0,20) con spargimento di graniglia 8/12mm in quantità di 6 – 8l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.

**POSA** Sullo strato impermeabilizzante verrà steso lo strato di conglomerato con posa in opera effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate d'automatismi d'autolivellamento.

La velocità di avanzamento non deve essere superiore ai 3 - 4 metri/minuto.

Lo strato va posato con un'unica passata per la sua intera altezza e senza interruzioni della stesa ed evitando operazioni manuali per la correzione di anomalie.

La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve mai essere inferiore ai  $140^{\circ}\text{C}$ .

**FORMAZIONE GIUNTI** La formazione dei giunti longitudinali deve essere realizzata in modo tale da garantire la perfetta adesione delle due strisciate. Eccezionalmente si può riscaldare il bordo della striscia adiacente già stesa con il ristuccatore a raggi infrarossi montato sulla vibrofinitrice. Non è invece possibile spruzzare emulsione cationica direttamente sul bordo freddo della striscia adiacente per l'adesione della stesa successiva poiché questo comprometterebbe la capacità drenante trasversale dello strato.

Il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate dalle ruote dei veicoli.

**COMPATTAZIONE** Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione. Il costipamento deve essere realizzato con rulli tandem del peso minimo di 8 ton in modalità statica (senza ausilio di vibrante) a rapida inversione di marcia, in modo da assicurare una densità non inferiore al 97% del volume del provino Marshall.

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

Gli strati che risultano compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa.

Quando il bordo della striscia è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

Ammaloramenti e danneggiamenti su aree limitate devono essere ripristinati intervenendo su una superficie più estesa e larga quanto la corsia compresa tra due giunti longitudinali. Il taglio verticale di questa di questa superficie da asportare si ottiene seguendo due traiettorie parallele alla direzione dello scorrimento dell'acqua e due traiettorie diagonali a questa direzione (e non perpendicolari). Il taglio se praticato con lama a disco deve essere seguito dalla riapertura dei pori per la percolazione delle acque, evitando possibili ristagni. Eventuali ripristini limitati vanno eseguiti esclusivamente con conglomerato drenante e mai con asfalto tradizionale chiuso.

#### Art. 23.12 Riciclaggio a freddo in sito di conglomerati bituminosi e fondazione stradale con utilizzo di emulsione elastomerizzata o di bitume schiumato.

#### DESCRIZIONE

La lavorazione con bitume schiumato permette di riciclare in sito vecchie fondazioni (misti cementati ammalorati, misti stabilizzati da "potenziare" (manutenzione straordinaria) o per realizzare la fondazione o sottobasi (Nuove Costruzioni) con la posa in opera e la lavorazione di materiale idoneo, vergine o proveniente da fresature o rimozioni di pacchetti stradali ammalorati, previa autorizzazione della DL.

La rigenerazione in sito a freddo mediante emulsione modificata delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso viene realizzata reimpiegando materiali fresati da pavimentazioni stradali, opportunamente

selezionati, legati nuovamente con emulsione, stesi e compattati. La tecnologia viene impiegata per riciclare pacchetti di conglomerato bituminoso ammalorati in sito o già stoccati in cantiere (fresati).

La tecnologia del riciclaggio con emulsione prevede diverse modalità operative:

- a) in sito mediante treno di riciclaggio mobile o tramite idonee riciclatrici;
- b) in impianto fisso o tramite impianti semoventi (su rimorchi) che hanno la possibilità di essere “piazzati” in aree vicino al sito di stesa.

Il procedimento di rigenerazione in sito mediante l’uso di “treni di riciclaggio” è in funzione delle modalità operative previste per l’intervento. Esso può essere composto da una “fresa” che lavorando alla profondità stabilita, scarifica la pavimentazione e invia il materiale di risulta (fresato) alla macchina che segue (impianto semovente di miscelazione) che lo impasta con emulsione o schiuma di bitume, acqua e cemento e lo invia alla “finitrice” per la stesa finale. Oppure il treno è composto da un’unica macchina semovente (riciclatrice) che mentre avanza, contemporaneamente fresa, impasta e stende. Il treno di riciclaggio è sempre completato da uno o più rulli per la compattazione. In entrambi i casi sono da prevedere anche le autobotti dell’acqua, dell’emulsione o in alternativa del bitume caldo per l’espansione.

Le riciclatrici mobili (generalmente più utilizzate perché riducono gli spazi di ingombro) possono quindi fresare l’esistente pacchetto ammalorato fino alla profondità stabilita interessando se necessario anche parte della fondazione sottostante non legata. Nel miscelatore, costituito dalla camera che contiene il tamburo di fresatura, vengono omogeneizzati i materiali scarificati in situ con il legante stabilito (emulsione bituminosa o bitume schiumato) insieme ad acqua, cemento e inerti di integrazione. La nuova miscela riciclata a freddo viene poi stesa in un unico strato uniforme e compattata. Se come legante si utilizza bitume schiumato, la macchina riciclatrice deve essere dotata di una apposita “rampa di schiumatura” con una o più camere di espansione per il contatto del bitume caldo ( $\approx 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) con acqua ad alta pressione ( $\approx 5\text{ bar}$ ).

### INERTI

Gli inerti che costituiscono la miscela riciclata derivano dalla fresatura della preesistente pavimentazione in conglomerato bituminoso ed eventualmente anche del misto granulare della fondazione sottostante.

#### *Inerti di integrazione*

Nel caso in cui la curva risultante non rientri nel fuso prescritto, è necessaria l’aggiunta di inerti di integrazione in dimensioni e quantità tali da riportare la miscela all’interno dei limiti previsti dal fuso. Gli inerti di integrazione avranno le medesime caratteristiche degli aggregati grossi previsti per i conglomerati di base e collegamento (binder).

### LEGANTI

Per il riciclaggio in situ a freddo, come legante si utilizzerà in alternativa o emulsione bituminosa elastomerizzata o bitume schiumato, con le caratteristiche di seguito riportate

#### *- Emulsione bituminosa per rigenerazione a freddo*

Si utilizzerà: emulsione CATIONICA da bitume modificato a rottura molto lenta (sovrastabilizzate) al 60% di bitume residuo (EC L 60 M ). L’emulsione per rigenerazione a freddo, dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

| CARATTERISTICHE                    | normativa   | u.m     | valori    |
|------------------------------------|-------------|---------|-----------|
| Polarità                           | EN 1430     | -       | Cationica |
| Contenuto di bitume + flussante    | EN 1431     | % peso  | 60 +/- 2  |
| Contenuto d’acqua                  | CNR 101/84  | % peso  | 40 +/- 2  |
| Viscosità Engler a 20 °C           | EN 12846    | ° E     | > 15      |
| Indice di rottura                  | EN 13075-1  | Classe  | 6         |
| Valore di rottura                  |             | n° puro | 170 - 230 |
| Tendenza alla sedimentazione a 7gg | EN 12847    | % peso  | < 10      |
| <b>Residuo bituminoso</b>          |             |         |           |
| Penetrazione a 25°C                | UNI EN 1429 | mm/10   | 50-70     |

|                        |             |    |      |
|------------------------|-------------|----|------|
| Punto di rammollimento | UNI EN 1427 | °C | > 60 |
| Ritorno elastico       | EN 13398    | %  | > 50 |

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita :  
dal 3 al 5 % in peso in relazione allo studio e al quantitativo di cemento.

- *Bitume schiumato per rigenerazione a freddo*

Il bitume utilizzato per essere schiumato, dovrà essere del tipo 70/100 e rispettare le prescrizioni di seguito riportate:

| <b>Caratteristiche</b>                | <b>Normativa</b> | <b>u.m.</b> | <b>valori</b> |
|---------------------------------------|------------------|-------------|---------------|
| Penetrazione a 25 °C                  | EN 1426          | mm/10       | 70 - 100      |
| Punto di rammollimento (palla anello) | EN 1427          | °C          | 40 - 44       |
| Punto di rottura (Fraass)             | EN 12593         | °C          | ≤ -8          |
| Solubilità in tricloroetilene         | EN 12592         | %           | ≥ 99          |
| Viscosità dinamica a 160°C            | EN 13072-2       | Pa * s      | 0,1 – 0,2     |

La qualità del bitume schiumato, è definita soprattutto dai seguenti parametri:

- Re = Rapporto di espansione (rapporto tra il volume massimo raggiunto dal bitume schiumato ed il volume del bitume prima della schiumatura).  $Re \geq 20$
- Ts = Tempo di dimezzamento o di semitrasformazione (periodo di tempo in cui il bitume schiumato dimezza il proprio volume).  $Ts \leq 25$  sec

Le caratteristiche di espansione ottimali del bitume devono essere determinate in un campo di temperature variabile tra 170°C e 190°C prima dell'espansione e con percentuali d'acqua comprese tra 1% e 4% in peso sul bitume. Questi due parametri saranno sempre verificabili durante la lavorazione a mezzo dell'apposito ugello di test di cui deve essere dotata la riciclatrice qualora fosse utilizzata con bitume schiumato.

## CEMENTO

E' da considerarsi un additivo catalizzatore di processo, importante per regolare i tempi di maturazione della miscela ed eliminare (tramite il suo processo di idratazione) l'acqua di compattazione; costituisce inoltre un integratore della frazione fine.

Deve essere impiegato cemento Portland d'alto forno o pozzolanico (tipo I, III o IV) con classe di resistenza 325.

## ACQUA

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

## MISCELA

La miscela finale sarà costituita dal materiale preesistente, eventuali aggregati d'integrazione, emulsione elastomerizzata o bitume schiumato, cemento ed acqua. La curva di progetto e le giuste quantità degli altri componenti verranno determinati in base ad uno studio di ottimizzazione, a carico dell' Impresa, eseguito da un laboratorio specificatamente attrezzato.

La curva granulometrica risultante deve rientrare nei limiti specificati in tabella:

| <b>Serie EN</b> | <b>% PASSANTE IN PESO</b> |
|-----------------|---------------------------|
|                 | 100                       |
| 25,4            | 75 - 100                  |
| 20              | 69 - 93                   |
| 16              | 65 - 88                   |
| 12,5            | 61 - 84                   |
| 10              | 56 - 78                   |
| 6,3             | 50 - 72                   |
| 4               | 44 - 66                   |
| 2               | 32 - 52                   |
| 0,5             | 18 - 34                   |

|       |        |
|-------|--------|
| 0,125 | 9 - 24 |
| 0,063 | 4 - 16 |

### STUDIO PRELIMINARE DI OTTIMIZZAZIONE

Sulla base della progettazione della stazione appaltante l'impresa appaltatrice, mediante proprio laboratorio, deve provvedere a:

- 1) Caratterizzare il fresato mediante la determinazione della curva granulometrica e dell'umidità (CNR UNI 10008/63)
- 2) Stabilire la curva granulometrica ottimale in base alle prescrizioni della tabella, prevedendo eventualmente l'aggiunta alla miscela di aggregati d'integrazione
- 3) Determinare le percentuali ottimali di legante (emulsione elastomerizzata o bitume schiumato), acqua aggiunta e cemento.

Una campagna di carotaggi e rilievi con apparecchi Georadar, a carico dell'impresa, permetterà di identificare la stratigrafia della struttura stradale esistente in modo da prevedere se la fresatura interesserà o meno la fondazione granulare, ipotizzando quindi l'eventuale utilizzo di aggregati d'integrazione. Si potranno quindi presentare due situazioni:

- 1) Fresatura del pacchetto bitumato e di parte della fondazione in misto granulare;**
- 2) Fresatura del solo pacchetto bitumato.**

Per la determinazione delle percentuali ottimali di acqua aggiunta, legante bituminoso e cemento (da riferirsi al peso degli inerti complessivi) dovranno essere confezionati dei provini con l'utilizzo della pressa giratoria (UNI EN 12697-31) rispettando le condizioni indicate nella tabella di seguito riportata:

| <b>Condizioni di utilizzo della pressa giratoria</b> | <b>Dati</b>      |
|--|------------------|
| Angolo di rotazione                                  | 1,25° ± 0,02     |
| Velocità di rotazione                                | 30 rotaz./min.   |
| Diametro del provino                                 | 150 ± 0,2 mm.    |
| Peso del campione                                    | 4.500 – 6.000 g. |
| Tempo massimo di attesa prima della compattazione    | 30 min.          |
| Pressione verticale                                  | 600 KPa          |
| Numero di giri                                       | 180              |

Indicativamente i provini saranno confezionati con i seguenti dosaggi teorici:

| <b>Materiali componenti</b>             | <b>Con emulsione elastomerizzata</b> | <b>Con bitume schiumato</b> |
|---|--------------------------------------|-----------------------------|
| Percentuale di fresato con integrazione | 90 - 100                             | 90 - 100                    |
| Percentuale di legante                  | 3%                                   | 2%                          |
| Percentuale di cemento                  | 2%                                   | 1,5%                        |
| Umidità del materiale (acqua aggiunta)  | 5%                                   | 5%                          |
| Densità (kg/mc) dopo 72 h a 40 °C       | 2300 - 2400                          | 2350 - 2450                 |

La miscela finale dovrà presentare i seguenti requisiti:

| <b>Requisiti della miscela</b>                                  | <b>Normativa</b> | <b>Valori</b>                       |
|---|------------------|-------------------------------------|
| Resistenza a trazione indiretta Rt a 24h di maturazione a 25 °C | CNR 134          | <sup>3</sup> 0,20 N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza a trazione indiretta Rt a 72h di maturazione a 40 °C | CNR 134          | <sup>3</sup> 0,40 N/mm <sup>2</sup> |
| Coefficiente di trazione indiretta CTI a 72h di                 |                  | <sup>3</sup> 60 N/mm <sup>2</sup>   |

|  |         |  |
|--|---------|--|
| maturazione  |         |  |
| Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25° C a seguito di immersione in acqua (dopo 72h di maturazione a 40 °C e 1h di immersione in acqua ) | CNR 134 | ≤ 30 %   |
| Grado di addensamento su carota  |         | 97 % del provino sottoposto a pressa giratoria |

Il dimensionamento dello strato di materiale riciclato a freddo, deve essere stabilito in seguito ad una campagna di indagini che preveda in particolare:

- un accurato studio della capacità portante del sottofondo preesistente granulare con metodi statici (carotaggi e prove su piastra) e dinamici (rilievo georadar e misure con deflettometro a massa battente) e prove di laboratorio che includono l'analisi granulometrica, la determinazione della plasticità e dell'indice CBR;
- valutazione del traffico teorico previsto per la strada interessata al risanamento;
- previsione della vita utile del manto stradale.

#### ACCETTAZIONE DELLA MISCELA

L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere verificata in laboratorio o in apposito campo prove.

Le miscele approvate dalla Direzione Lavori saranno assunte quali miscele di progetto e costituiranno riferimento per tutte le successive lavorazioni in opera.

#### CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA

Il riciclaggio a freddo in situ dovrà essere realizzato tramite apposito treno semovente (o unica macchina riciclatrice) che con avanzamento uniforme esegua contemporaneamente:

- la fresatura della pavimentazione e/o fondazione esistente fino ad una larghezza prestabilita e per lo spessore previsto in progetto, previa spargimento del cemento e degli inerti di integrazione nelle percentuali ottimali;
- l'omogeneizzazione del materiale con aggiunta di emulsione elastomerizzata o bitume schiumato e dell'acqua necessaria al costipamento nelle percentuali ottimali;
- la stesa in unico strato con macchina a tutta larghezza mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi;
- la compattazione immediata con un rullo gommato insieme ad un rullo metallico entrambi di almeno 16 -18 t in alternativa potrà essere utilizzato un rullo liscio monotamburo vibrante a diverse ampiezze e con energia minima di 400 KN dotato di sistema di controllo computerizzato della compattazione;
- la eventuale risagomatura longitudinale e trasversale delle livellette stradali a mezzo di livellatore meccanico (grader) se si riscontrassero ondulazioni;
- la seconda compattazione immediata con un rullo gommato insieme ad un rullo metallico o combinato entrambi di almeno 16 -18 t. Durante la compattazione, nel caso di temperature elevate, sarà necessario umidificare il piano per migliorare l'addensamento.

Le lavorazioni di riciclaggio a freddo dovranno essere sospese con temperatura dell'inerte inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare il raggiungimento delle prestazioni minime richieste su miscela e strato finito.

La lavorazione consente già al termine delle operazioni di compattazione una immediata apertura dello strato al traffico di cantiere e, in caso di emergenza e per breve periodo, anche al traffico normale; autorizzazione al transito ed eventuali limitazioni dovranno comunque essere disposte dalla Direzione Lavori. In tale caso lo strato riciclato dovrà essere innaffiato con acqua ogni qualvolta sia necessario per evitare il sollevamento di polveri e l'asportazione di materiale, sino alla stesa degli strati in conglomerato bituminoso.

Per quanto riguarda i controlli sull'effettiva risagomatura delle livellette, dopo la compattazione, prima di qualunque intervento di bitumatura, l'Impresa dovrà mettere a disposizione della DL opportuni strumenti topografici per il controllo delle quote; qualora si riscontrasse un andamento longitudinale del piano superficiale comprendente dossi o cunette di dislivello superiore a 4 cm non giustificabile con l'andamento

piano-altimetrico del piano di campagna, l'Impresa a proprie cura e spese dovrà eseguire adeguati interventi di risagomatura.

## CONTROLLI

### *Controlli in corso d'opera*

Durante la realizzazione del riciclaggio è previsto il prelievo di campioni di miscela per la determinazione delle seguenti caratteristiche:

- curva granulometria;
- percentuale di cemento;
- percentuale di bitume;
- la percentuale d'acqua (acqua di costipamento);
- resistenza a trazione indiretta dopo 1 giorno di maturazione a 25 °C su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- resistenza a trazione indiretta dopo 3 giorno di maturazione a 40 °C su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- la densità secca su provini confezionati tramite pressa giratoria.

Tali controlli hanno cadenza giornaliera o comunque secondo indicazioni della D.L. e vengono eseguiti mediante l'impiego di un laboratorio mobile che garantisce l'immediatezza dei risultati.

Con riferimento alla percentuale del legante aggiunto saranno ammesse variazioni del  $\pm 0,5\%$  rispetto al dosaggio di progetto (derivato dallo studio su campo prove). Sulla percentuale di acqua saranno tollerate variazioni di  $\pm 1\%$ . Con riferimento alla granulometria degli aggregati della miscela riciclata, saranno ammesse variazioni rispetto alla curva di progetto fino ad un massimo del  $\pm 10\%$  per l'aggregato grosso e fino ad un massimo del  $\pm 7\%$  per l'aggregato fino, purché comunque rientranti nel fuso delle granulometrie ammissibili.

Il mancato rispetto delle tolleranze sopra citate comporterà l'applicazione delle penali per l'Impresa solo qualora le resistenze meccaniche misurate sui provini confezionati con dette miscele (trazione indiretta a 1 giorno e a 3 giorni) risultino inferiori ai limiti di accettazione.

### *Controlli sullo strato finito*

Sullo strato di riciclato verranno eseguiti, ogni 250 m di stesa e a maturazione avvenuta, carotaggi meccanici per un controllo diretto delle condizioni di addensamento e degli spessori. Dovranno ottenersi valori di densità non inferiori al 97% dei valori ottenuti sui corrispondenti provini confezionati mediante compattazione giratoria.

Sarà discrezione della D.L. prevedere la stesa di uno strato di Binder di risagoma e di Tappeto d'usura di adeguati spessori in funzione delle prestazioni finali previste.

## Art. 23.13 Sigillatura delle lesioni della pavimentazione stradale

### a) DESCRIZIONE

In presenza di lesioni e fessurazioni sui giunti e sulle pavimentazioni in genere, si provvede alla loro sigillatura in modo da evitare o ridurre i fenomeni di degradazione che si verrebbero a manifestare in breve tempo.

### b) POSA IN OPERA

La sigillatura delle fessurazioni e nei giunti nelle pavimentazioni deve essere eseguita utilizzando una serie di idonee attrezzature in grado di effettuare, inizialmente, la completa pulitura delle fessure mediante soffiatura con aria compressa od opportuni mezzi meccanici. Successivamente si deve provvedere al riscaldamento delle pareti della fessurazione, mediante un getto di aria calda, sino ad una temperatura di c.a. 80°C per garantire e favorire la colatura e l'adesione del mastice sigillante fuso all'interno della lesione. Il mastice sigillante dovrà essere riscaldato in una apposita caldaia portando la massa bituminosa ad una temperatura di c.a. 180°C - 190°C massimo.

Durante la fusione della massa sigillante, il prodotto dovrà essere sempre mantenuto in agitazione sino a completa fusione.

La fessura o il giunto dovranno essere accuratamente riempiti versandovi all'interno la massa fusa. Per evitare il formarsi di bolle d'aria all'interno del mastice sigillante e per effettuare un autolivellamento della sigillatura, si dovrà riscaldarne la superficie mediante l'utilizzo di un cannello a gas.

## Art. 23.14 Controllo dei materiali e delle opere

### **MARCATURA CE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI**

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

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- temperatura miscela alla produzione e 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 del presente capitolato, oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti norme.

Il Direttore dei Lavori, prima di accettare i materiali in cantiere, dovrà accertarsi dell'idoneità degli stessi mediante l'esame della seguente documentazione che dovrà essere prodotta dall'appaltatore:

- DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso
- CERTIFICATO DI CONTROLLO DELLA PRODUZIONE DI FABBRICA in conformita' agli allegati ZA delle norme specifiche rilasciato dall'Organismo notificato a seguito di verifica;
- ETICHETTA CE, predisposta dal produttore in accompagnamento ad ogni consegna di conglomerato bituminoso in cantiere.

### **STUDIO PREVENTIVO**

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori la STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, descrivente i seguenti elementi minimi:

- 1) CURVA GRANULOMETRICA ADOTTATA
- 2) AGGREGATI: descrizione tipologia e caratteristiche: Perdita in peso Los Angeles, Coeff. Levigabilità Accelerata
- 3) FILLER : descrizione della tipologia
- 4) BITUME: descrizione della tipologia e della % adottata nella miscela
- 5) ADDITIVO ATTIVANTE ADESIONE: descrizione tipologia e 1 prova di affinità bitume addittivato/inerte UNI EN 12697-11.
- 6) ADDITIVI ( ACF, FIBRE O ALTRI): descrizione della tipologia e quantità d'uso.
- 7) N° 1 PROVA MARSHALL (stabilità, rigidità, vuoti,.....) su campione di conglomerato.
- 8) DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE per ogni tipo di conglomerato richiesto .

La composizione dovrà essere contenuta nei limiti descritti precedentemente e dovrà essere corredata dalla documentazione degli studi e delle prove effettuate in laboratorio per ricavarne la ricetta ottimale. I certificati inerenti la qualità dei materiali devono essere rilasciati da un laboratorio ufficiale o comunque riconosciuto dall'Provincia.

Dopo l' accettazione da parte della D.L. della composizione proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente. L'approvazione della miscela da parte della Direzione dei Lavori peraltro non ridurrà la responsabilità dell'Impresa relativamente al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Gli oneri per l'esecuzione dello Studio Preventivo sono a carico dell'impresa appaltatrice.

### **CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA**

L'impresa sarà obbligata a sottoporsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare richiesti dalla D.L.

Le diverse prove ed esami su campioni verranno effettuati presso Laboratori indicati dalla D.L.

I campioni dei materiali verranno prelevati in contraddittorio: ogni Prelievo sarà costituito da due campioni di circa 8/10 kg ciascuno di cui uno viene utilizzato per i controlli e l'altro rimane a disposizione per ulteriori verifiche.

Degli stessi potrà esserne ordinata la conservazione in locali indicati dalla D.L. previa apposizione di sigilli e firme della D.L. e dell'Impresa nei modi più adatti per garantirne l'autenticità.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificate nel presente C.S.A., sono disposte dalla D.L. o dall'organo di collaudo con onere a carico dell'Amministrazione Provinciale.

In particolare le prove di laboratorio verranno effettuate da un Laboratorio Prove Materiali scelto dall'Amministrazione Provinciale che, oltre agli usuali controlli di qualità in laboratorio, potrà intervenire sul cantiere e all'impianto di confezionamento con un laboratorio "mobile" contestualmente alla stesa delle pavimentazioni.

Per tutte le prove sopracitate la D.L. provvede al prelievo dei campioni ed alla redazione di apposito *Verbale di prelievo* e la certificazione effettuata dal Laboratorio riporterà espresso riferimento al Verbale.

La Direzione lavori o l'organo di Collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

In caso di controversie sull'esito delle prove di Laboratorio, adeguatamente motivate da parte dell'impresa appaltatrice mediante la ripetizioni dei medesimi esami presso altro Laboratorio Prove ufficiale, l'eventuale ripetizione dei controlli o l'esecuzione di controlli complementari successivi dovranno essere effettuati presso un Laboratorio Prove ufficiale scelto dall'Amministrazione Provinciale su una terna di Laboratori prove ufficiali proposti dall'impresa appaltatrice. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

#### TOLLERANZE

Rispetto allo STUDIO DI MISCELA presentato, o in sua assenza al Valore medio degli intervalli previsti nel presente Capitolato Speciale, non saranno ammesse variazioni superiori a seguenti limiti :

- contenuto di aggregato grosso superiore a +/- 5 %
- contenuto di sabbia superiore a +/- 3 %
- percentuale di filler +/- 1,5 %
- quantità di bitume superiore a +/- 0,5%, rientrando comunque sempre nei minimi e massimi previsti.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate nel corso dei lavori, all'impianto o alla vibrofinitrice, nonché dall'esame delle carote e dei tasselli prelevati in sito dopo l'ultimazione dei lavori.

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri del presente capitolato, oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti norme

### 1) CONTROLLI ALL'IMPIANTO DI PRODUZIONE

A) Verifica Marcatura CE delle forniture degli aggregati

B) Vengono effettuati nella misura **minima di 1 prelievo /10.000 mq** di stesa o comunque **settimanale** relativamente ad ognuno delle seguenti requisiti:

- 1) CARATTERISTICHE AGGREGATI all'uscita dei vagli : 1) Natura litologica 2) Perdita di peso Prova Los Angeles
- 2) CARATTERISTICHE BITUME, alla cisterna di stoccaggio.
- 3) CARATTERISTICHE EMULSIONE BITUMINOSA, alla cisterna di stoccaggio.

### 2) CONTROLLI IN FASE DI STESA

A) Verifica Marcatura CE forniture conglomerato

B) Verifica su campioni di conglomerato prelevato a caldo dalla finitrice prima della compattazione nella misura **minima di 1 prelievo/ 3.000 mq** di stesa o comunque **giornaliera** per il controllo dei seguenti requisiti:

- 1) SPESSORE PAVIMENTAZIONE
- 2) TEMPERATURA ALLA STESA,
- 3) CONTENUTO % DI BITUME,
- 4) CURVA GRANULOMETRICA
- 5) TIPOLOGIA AGGREGATI,
- 6) PROVE MARSHALL per determinazione Stabilità, Rigidezza, Densità e Vuoti Residui, Perdita stabilità a 15gg. su provini Marshall . Quando le prove vengono effettuate per il controllo di stabilità e rigidezza i relativi provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione o alla stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In alternativa potranno essere effettuate prove di tipo VOLUMETRICO
- 7) Marcatura CE forniture conglomerato

C) Verifica delle bolle di consegna di additivi: ATTIVANTE ADESIONE, RIGENERANTE ACF, FIBRE

### 3) CONTROLLI A PAVIMENTAZIONE ULTIMATA



A) Verifica su “carote” o tasselli di conglomerato steso nella misura **minima di 1 prelievo / 5.000 mq** di stesa relativamente al controllo dei seguenti requisiti:

- 1) DENSITÀ E VUOTI RESIDUI
- 2) CONTENUTO % BITUME
- 3) CURVA GRANULOMETRICA
- 4) TIPOLOGIA AGGREGATI.

B) Verifica in sito su pavimentazione nella misura **minima di 1 prova / 1.500 mq** di stesa per il controllo dei seguenti requisiti:

- 1) SPESSORE PAVIMENTAZIONE
- 2) QUOTE, PENDENZE, REGOLARITÀ CON ASTA DA 4 METRI,
- 3) ADERENZA: Resistenza di Attrito Radente, Coefficiente di Aderenza Trasversale, Macrorugosità Superficiale, da eseguire nel periodo compreso tra 3 e 12 mesi dall'ultimazione dei lavori
- 4) ASSORBIMENTO IDRICO (per tappeto drenante).
- 5) ASSORBIMENTO ACUSTICO (per tappeto drenante o fonoassorbente).

Lo spessore medio dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, mediante la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate da due carote estratte dalla pavimentazione, una in mezzzeria e l'altra a bordo carreggiata, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto al progetto, di oltre il 5%.

#### Art. 23.15 Detrazioni

Qualora dalle analisi dei campioni prelevati o da altre prove effettuate si riscontrasse una diversità in termini di quantità o qualità tra il materiale utilizzato per la realizzazione della pavimentazione e il materiale prescritto nel presente Capitolato Speciale (es. spessori, % di bitume diversa, tipo di bitume diverso, granulometria degli inerti non corretta, ecc.) la D.L. potrà intervenire con due modalità alternative in funzione della gravità della difformità riscontrata: ordinerà il rifacimento dello strato posato oppure procederà con detrazioni sugli importi da contabilizzare

#### **RIFACIMENTO DELLE OPERE**

Qualora, a giudizio della D.L., non sia possibile accettare la lavorazione si procederà alla rimozione dello/degli strati ed alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Ciò potrà accadere sia per il superamento inaccettabile dei requisiti fissati dal presente C.S.A. sia per il manifestarsi di lavorazioni non effettuate a regola d'arte.

In particolare sarà condizione sufficiente per il rifacimento dello strato interessato il mancato rispetto di uno o più dei seguenti valori

| <b>CARATTERISTICHE</b>                             | <b>Valori limite</b>  |   |  |
|--|---|---|--|
| SPESSORE MEDIO MISURATO                            | non inferiore al 80 % dello spessore di progetto per strato d'usura e collegamento                                | non inferiore al 85 % dello spessore di progetto per strati di base   |  |
| % vuoti residui su carote                          | Vuoti residui non inferiori al 3% e non superiori al 12 % per strato d'usura e binder-usura (escluso t. drenante) | Vuoti residui non superiori al 13 % per strati di base e collegamento |  |
| % bitume su carote                                 | % bitume < non inferiore al 4 % e non superiore al 8 % per strato d'usura (escluso t. drenante)                   | < non inferiore al 3,5 % e non superiore al 7 % per binder            | non inferiore al 3,5 % e non superiore al 7 % per strati di base |
| Aderenza superficiale strati d'usura: CAT, BPN, HS | Valori misurati non inferiori all' 80 % dei valori limite prescritti da CSA                                       |   |  |

#### **DETRAZIONI**

Qualora sia possibile, a giudizio della D.L., accettare comunque la lavorazione anche se non pienamente rispondente ai requisiti previsti le opere verranno contabilizzate con detrazioni dall' 1% al 20% dell'importo delle opere per il mancato rispetto delle prescrizioni del C.S.A a scomputo della minore vita utile della pavimentazione.

La detrazione verrà calcolata in percentuale dell'importo lordo del tratto di pavimentazione realizzata cui è riferito il certificato di prova o la verifica tecnica attestante la difformità (= valore misurato – valore prescritto) e calcolando la superficie realizzata fino ad un massimo di **5.000 mq.**

La detrazione sarà applicata ogniqualvolta sussista una difformità tra il valore misurato (nelle analisi dei campioni o in altre prove) e il valore prescritto dal C.S.A. e sarà proporzionale all'entità della difformità rispetto al valore prescritto.

In particolare per i seguenti valori prescritti la detrazione viene così determinata:

| <b>valori prescritti</b>   | <b>importo Detrazione</b>   |
|--|---|
| Vuoti residui su campione Marshall o su carote   | $[(\text{Vuoti Rilevati} - \text{Vuoti Prescritti})^3 * 0,75] \%$<br>da calcolare sia per carenza che per sovrabbondanza di vuoti residui                         |
| Spessori   | 3 % per ogni mm di materiale in meno sui tappeti d'usura<br>2,5 % per ogni mm di materiale in meno su base e binder   |
| Aderenza:           BPN<br>CAT, HS   | 1% per ogni 1 unità in meno<br>1% per ogni 0,10 unità in meno   |
| % bitume su campione Marshall e su carote  | $[(\% \text{ bitume Rilevata} - \% \text{ bitume Prescritta})^2 * 5,00] \%$<br>da calcolare sia per carenza che per sovrabbondanza di bitume                      |
| Stabilità Marshall    (u.m. = KN )   | $[(\text{Stab. Prescritta} - \text{Stab. Rilevata})^2 * 15] \%$   |
| Rigidezza Marshall (u.m.= KN/mm)   | $[(\text{Rigid. Rilevate} - \text{Rigid. Prescritte})^2 * 1,50] \%$<br>da calcolare sia per valori troppo alti che per valori troppo bassi rispetto ai prescritti |
| Perdita di Stabilità Marshall / volumetrica o<br>Perdita resistenza a trazione indiretta a 25°<br>dopo 15 giorni di immersione in acqua<br><br>o in alternativa<br>Presenza attivante adesione | 10% importo tratto  |

Qualora su campioni relativi allo stesso tratto di pavimentazione si rilevassero più difformità (su parametri diversi) si applicherà la somma delle detrazioni previste fino ad un massimo del 20%.

L'importo della detrazione verrà dedotto dall'importo netto dello stato finale dei lavori in sede di Collaudo/Certificato di Regolare Esecuzione o, a scelta della Provincia dovrà essere versata dall'appaltatore alla stessa prima della sottoscrizione del Collaudo/Cre e dello svincolo delle cauzioni a garanzia.

## **Art. 24 PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI CON ASFALTO COLATO**

### Art. 24.1 Materiali

Gli inerti e gli additivi minerali saranno conformi alle prescrizioni riportate in questo volume.

I bitumi e le emulsioni bituminose dovranno essere del tipo modificato e soddisfare le prescrizioni riportate nell'Articolo 23.2 di questo volume.

### Art. 24.2 Composizione della Miscela

La miscela dell'asfalto colato sarà così composta: 45% di aggregato fine calcareo, 46% di graniglia con pezzatura 3-5 mm e 5-10 mm e 9% di bitume puro.

Le percentuali dei componenti sopra riportate sono da intendersi espresse in peso. L'asfalto sarà preparato in apposite cisterne montate su autocarro provviste di mescolatore e sistema riscaldante.

### Art. 24.3 Posa in Opera

Il fondo dell'asfalto colato sarà composto da calcestruzzo magro gettato con lo spessore indicato negli elaborati di progetto.

Al momento della posa dell'asfalto la superficie dovrà presentarsi pulita ed asciutta. La superficie sarà trattata con una spruzzatura di emulsione bituminosa in ragione di 0,50-1,00 kg/mq.

L'asfalto sarà steso in modo uniforme al fine di formare uno strato avente uno spessore non inferiore a 20 mm.

La superficie finale sarà coperta con un velo di sabbia avente lo scopo di facilitare il transito pedonale sulla pavimentazione.

### Art. 24.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 24.4.1 Misurazione

La pavimentazione in asfalto colato sarà contabilizzata in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

L'area corrispondente a chiusini con superficie inferiore a 0.40 m<sup>2</sup> non sarà dedotta.

#### 24.4.2 Valutazione dei Lavori

La pavimentazione in asfalto colato sarà valutato in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte con esclusione del fondo in calcestruzzo, ed in particolare: la fornitura di tutti i materiali, il confezionamento, la preparazione del piano di posa, la posa in opera e lo spolvero di sabbia superficiale.

Il calcestruzzo per il fondo sarà contabilizzato separatamente con il relativo prezzo d'Elenco.

## **CAPO X – SEGNALETICA STRADALE**

### **Art. 25 SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE**

#### Art. 25.1 Disposizioni di carattere Generale

La segnaletica orizzontale riguarda tutte le strisce continue ed intermittenti, nonché tutti i simboli (freccie, scritte, zebraure, ecc.) da eseguire sia su nastro stradale che in corrispondenza degli incroci, degli svincoli, ecc.

La segnaletica dovrà essere eseguita secondo gli ordini impartiti dalla Direzione Lavori, in modo da risultare alla giusta distanza e posizione agli effetti della visibilità e della regolarità del traffico, secondo i tracciati, le figure e le scritte stabilite dal vigente Nuovo Codice della Strada D.L.vo 30/04/92 n. 285 e del relativo Regolamento di esecuzione ed attuazione D.P.R. 16/12/92 n. 495.

L'Appaltatore si impegna ad eseguire le opere di segnaletica a perfetta regola d'arte ed il giudizio sull'esattezza dei tracciamenti e della sua posa è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori e saranno di conseguenza ad esclusivo e completo carico e spesa dell'Appaltatore medesimo tutte le opere e forniture relative, necessarie per l'eliminazione di eventuali errori o sbavature ed alla bruciature, cancellazione e rifacimento della segnaletica giudicata non correttamente effettuata.

La superficie stradale sulla quale si dovrà realizzare la segnaletica orizzontale, dovrà essere compattata in modo che non vi siano residui di sorta.

#### Art. 25.2 Vernici Spartitraffico

Le vernici spartitraffico rifrangenti per la segnaletica stradale orizzontale dovranno essere principalmente composte da resine sintetiche essiccanti del tipo gliceroftalico e perline di vetro.

Le vernici dovranno essere perfettamente omogenee, ben disperse, non presentare grumi o fondi. I componenti delle vernici saranno premiscelati in stabilimento.

Le vernici spartitraffico rifrangenti dovranno essere semi pronte all'uso e rispondere ai seguenti requisiti:

##### a. Aspetto

Le vernici dovranno essere omogenee e ben disperse, esenti da grumi e da pellicole e non dovranno presentarsi ispessite o gelatinose. Sarà tollerata una leggera sedimentazione del pigmento sul fondo del contenitore che però in ogni caso, all'atto dell'applicazione, deve potersi facilmente reincorporare al veicolo mediante rimescolamento a mezzo di spatole.

##### b. Colore

Le vernici spartitraffico saranno fornite a richiesta nei colori bianco e giallo. La vernice di colore bianco, dopo l'essiccazione, deve presentarsi con tono di bianco molto puro, senza sfumature di colore grigio e giallo. La vernice di colore giallo, dopo l'essiccazione, dovrà mostrare un tono di colore giallo "Cromo-Medio"; nel materiale non sono ammessi coloranti organici.

##### c. Peso Specifico

Il peso specifico della vernice spartitraffico bianca o gialla dovrà essere compresa tra 1,550 e 1,750 kg/lit alla temperatura dell'aria di a 25°C.

##### d. Viscosità

La viscosità della vernice spartitraffico bianca e gialla, misurata con il metodo STORMER-KREBS, dovrà essere compresa tra 80 e 90 K.U. alla temperatura dell'aria di 25°C.

##### e. Essiccazione

Le vernici applicate con normale macchina traccia-linee, su normali superfici bituminose, in condizioni di temperatura dell'aria comprese fra il 15° C. e 40°C. ed umidità relativa non

superiore al 70% dovranno avere un tempo di essiccazione, di fuori polvere, non superiore a 5 minuti, ed una essiccazione totale (apertura al traffico) non superiore a 20 minuti;

f. Altri Requisiti

| Descrizione   | Prescrizione  |
|---|---|
| Residuo non volatile                                | Il residuo non volatile dovrà essere compreso tra il 78% e 85% (riferito al peso della vernice fornita).  |
| Pigmenti  | I pigmenti dovranno essere puri. Per la vernice spartitraffico bianca il pigmento dovrà essere costituito da biossido di titanio e la percentuale in peso (riferita al peso della vernice fornita) non dovrà essere inferiore al 16%. Il pigmento della vernice spartitraffico gialla dovrà essere costituito da cromato di piombo e la percentuale in peso (riferita al peso della vernice fornita) non dovrà essere inferiore all'11%.  |
| Cariche inerti                                      | Per quanto riguarda le cariche inerti sarà assolutamente vietato l'uso dei prodotti previsti dall'art. 1 della Legge 19/07/61 n. 706, sia per la formazione della vernice bianca come per quella gialla.  |
| Solventi (sostanze volatili)                        | I solventi dovranno rispondere alle norme di legge. I solventi (sostanze volatili) non dovranno essere superiori al 22% in peso della vernice.  |
| Potere coprente o rese                              | Le vernici dovranno dare un potere coprente o dare una resa media con spessore di 500 micron da 2,6-3,0 m <sup>2</sup> /kg.   |
| Diluizione  | Le vernici potranno essere diluite all'atto della applicazione con apposito diluente purché in percentuale non superiore al 5-7%.   |
| Rifrangenza   | Le vernici rifrangenti dovranno contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di lavorazione.  |
| Composizione e caratteristiche delle sfere di vetro | Le perline di vetro dovranno essere perfettamente sferiche almeno per il 95%, trasparenti e non presentare soffiature ed essere prive di lattiginosità. L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,5, usando per la determinazione il metodo della immersione con luce di TUNGSTENO. Le sfere di vetro non dovranno subire alcuna alterazione di soluzioni acide tamponate a pH 5-5,3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o di sodio. La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni vernice premiscelata dovrà essere compresa fra il 30 e il 35% in peso. Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche di granulometria in base a prove eseguite effettuate secondo le norme ASTM-D-1 155:<br>perline passanti al setaccio n. 70      100%<br>perline passanti al setaccio n. 80      85%-100%<br>perline passanti al setaccio n. 140    15%-55%<br>perline passanti al setaccio n. 230    0%-10% |

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far eseguire a spese dell'Appaltatore prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati, allo scopo di conoscere la qualità dei materiali impiegati e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che l'Appaltatore possa avanzare diritti e compensi su questo titolo.

Qualora dalle analisi e prove fatte eseguire dalla Direzione Lavori si abbiano risultati non rispondenti alle prescrizioni, l'Appaltatore dovrà sostituire, entro e non oltre due giorni dalla

contestazione, ed a proprie cure e spese, tutto il materiale rifiutato sulla strada lungo cui è stato effettuato il prelievo.

I materiali impiegati nella realizzazione della segnaletica orizzontale devono essere prodotti da ditte certificate secondo le Norme UNI EN-ISO 9002/94 (Circ. M.LL.PP. n. 2357 del 16/05/96).

Le norme contenenti 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 verticale, risultano dal D.M. 31/03/95 pubblicato sulla G.U. 09/05/95 n. 106.

L'Appaltatore dovrà presentare, a garanzia della successiva fornitura, certificati attestanti la rispondenza, ai sensi del suddetto disciplinare, delle pellicole retroriflettenti alle caratteristiche fotometriche e colorimetriche ed il superamento delle prove tecnologiche.

L'Appaltatore sarà quindi vincolato alla fornitura di materiali conformi alle caratteristiche indicate nei predetti certificati.

Non saranno quindi accettati altri prodotti in luogo di quelli non dichiarati e ove venga accertata la fornitura di materiali diversi da quelli citati nella certificazione, questi verranno rifiutati senza che l'Appaltatore possa vantare alcun diritto o compenso in merito.

### Art. 25.3 Applicazione delle Vernici

Le vernici spartitraffico rifrangenti per la segnaletica stradale orizzontale dovranno essere applicate mediante attrezzature idonee approvate dalla Direzione Lavori.

La qualità delle vernici e la concentrazione della miscela vernice, con diluente (5%-7%), deve corrispondere a quella dei campioni che la Ditta deve sottoporre, all'atto della consegna, alla Direzione Lavori e comunque deve essere tale da ottenere, con una sola passata, uno strato di segnaletica perfettamente compatto ben visibile anche a distanza, dello spessore non inferiore a 500 micron.

La segnaletica non conforme alle suddette prescrizioni oppure non perfettamente visibile, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato dovrà sino al collaudo dei lavori, essere rifatta a cura e spese dell'Appaltatore in conformità all'ordine di servizio della Direzione Lavori senza che la stessa possa pretendere alcun compenso.

### Art. 25.4 Cancellatura di Segnaletica Orizzontale Preesistente

La cancellatura della segnaletica orizzontale preesistente dovrà essere eseguita con impiego di apposito sverniciatore che deve risultare attivo nei confronti di tutte le pitture spartitraffico e con solvente nei confronti del bitume, in modo da eliminare ogni traccia di vernice preesistente.

A tale scopo, dopo l'applicazione del suddetto sverniciatore, la vernice dovrà essere raschiata ed asportata completamente con palette od altri mezzi adeguati, in modo tale che la superficie stradale risulti perfettamente pulita.

Nel caso che la vernice preesistente dovesse riaffiorare dopo la cancellatura, in qualsiasi tempo, l'Appaltatore rimane obbligato ad eseguire ulteriori cancellature a sue spese.

### Art. 25.5 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 25.5.1 Premessa

I lavori relativi alla segnaletica orizzontale saranno valutati e compensati con due prezzi separati come segue:

- Applicazione della vernice;
- Cancellazione di vernice preesistente.

#### 25.5.2 Applicazione della Vernice

##### a. Misurazione

L'applicazione delle vernici spartitraffico rifrangenti per la segnaletica stradale orizzontale potrà essere contabilizzata in base alla lunghezza e/o all'area approvate dalla Direzione Lavori.

b. Valutazione dei Lavori

L'applicazione delle vernici spartitraffico rifrangenti per la segnaletica stradale orizzontale potranno essere valutate in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare e/o per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura dei materiali, la pulizia del fondo, l'applicazione, le prove di laboratorio ed in campo.

25.5.3 Cancellazione di Vernice Preesistente

a. Misurazione

La cancellazione di vernici per la segnaletica stradale orizzontale potrà essere contabilizzata in base alla lunghezza e/o all'area approvate dalla Direzione Lavori.

b. Valutazione dei Lavori

La cancellazione di vernici per la segnaletica stradale orizzontale potrà essere valutata in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare e/o per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola ed in particolare: la fornitura dello sverniciatore, l'applicazione dello sverniciatore, la raschiatura della vernice ed il trasporto del materiale di raschiatura alle discariche autorizzate.

## **Art. 26 SEGNALETICA STRADALE VERTICALE**

### Art. 26.1 Materiali

#### 26.1.1 Prescrizioni Generali

La segnaletica stradale verticale dovrà essere rispondente ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione del Codice della Strada, approvato con D.P.R. n. 495 del 16/12/92 e successive integrazioni.

Sul retro dei segnali stradali dovrà essere riportata la dicitura "Provincia di Bergamo" ed indicata la denominazione della "Ditta costruttrice", l'anno di fabbricazione del cartello nonché il numero della autorizzazione concessa dal Ministero LL.PP. alla Ditta medesima per la fabbricazione dei segnali.

Il complesso di tali iscrizioni, secondo quanto disposto dall'art. 77 del Regolamento di esecuzione del Codice Stradale, non può superare la superficie di cm<sup>2</sup> 200.

I materiali impiegati nella realizzazione della segnaletica verticale dovranno essere costruiti esclusivamente da ditte certificate secondo le Norme UNI EN-ISO 9002/94 (Circ. MIN. LL.PP. n. 2357 del 16/05/96).

#### 26.1.2 Qualità e Caratteristiche Tecniche

a. Segnali

I segnali stradali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% (norma UNI 4507) dello spessore non inferiore a 25/10 mm; ogni segnale dovrà essere rafforzato nel suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola.

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di m<sup>2</sup> 1,25 i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse saldate secondo le mediane o le diagonali.

Le frecce di direzione dovranno essere rinforzate mediante l'applicazione sul retro, per tutta la lunghezza del cartello, da due traverse di irrigidimento completamente scanalate, adatte allo scorrimento longitudinale delle contro-staffe di attacco ai sostegni.

Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloncini zincati o di alluminio.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il materiale ferroso dopo aver subito i processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernici tipo wash primer, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti secondo il tipo di metallo, e la cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140°C.

Il retro e la scatolatura dei cartelli verrà ulteriormente finito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

A scelta della Direzione Lavori potranno essere impiegati per i segnali di indicazione elementi profilati in estruso di alluminio modulari e connettabili, per formare superfici di qualsiasi dimensione ed aventi un peso minimo di 10 kg/m<sup>2</sup>.

Onde evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (adatti ai sostegni in ferro tubolare Ø 48, Ø 60 ed a U) composti da staffe a corsoio in lega di alluminio estruso della lunghezza utile di cm 12, da controstaffe in alluminio dello spessore di mm 3 con due fori, saldate sul retro del segnale, elettrosaldatura, nonchè da bulloni (e relativi dadi), interamente filettati in acciaio inox.

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come precedentemente specificato, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare tecnico approvato con D.M. 23/06/90 n. 162, secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dall'art. 79 del D.P.R. 16/12/92 n. 495.

Sui triangoli e i dischi della segnaletica di pericolo, divieto e obbligo la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico" intendendo definire la forma del segnale stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto stabilito dall'art.80 e dall'art. 124 al 136 del D.P.R. 16/12/92 n. 495.

#### **b. Sostegni**

I sostegni dei cartelli stradali potranno essere in ferro od in alluminio, avere una lunghezza variabile da 2 a 4 m ed essere dotati di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno (art. 82 D.P.R. 16/12/92 n. 495).

I sostegni tubolari in ferro dovranno avere uno spessore minimo di mm 2,9 e peso minimo di kg 4,5/ml per il Ø 60 mm e di kg 3,2/ml per il Ø 48 mm. I sostegni in ferro con profilo ad "U" N.P. dovranno essere della serie normale UNI 727-728 ed avere dimensioni di mm 80x45x6 e peso minimo di kg 8,6/ml. I sostegni in ferro, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo secondo le norme UNI 5010 e STM 123.

I sostegni in tubolare di alluminio dovranno avere uno spessore minimo di 25/10 in ogni loro parte.

La sommità di tutti i sostegni a forma tubolare dovrà essere ermeticamente chiusa con apposito tappo a pressione in resina sintetica.

I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio saranno in acciaio zincato a caldo (secondo le norme ASTM 123) dimensionati per resistere ad una spinta di kg 140 per m<sup>2</sup> ed atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali staffe in lega d'alluminio UNI 3569 TA/16.



A richiesta della Direzione Lavori, i pali potranno essere in plastica riciclata, con lamina in acciaio zincato predisposti per l'antirrotazione come da D.P.R. n. 495.

c. Collari e Bulloni

I collari utilizzati per i cartelli stradali dovranno essere costituiti da estruso di alluminio o da acciaio zincato e conformi al D.P.R. 16/12/92 n. 495.

I bulloni ed i relativi dadi utilizzati per i cartelli stradali dovranno essere in acciaio inox interamente filettato ed avere un diametro minimo di mm 6 e lunghezza variabile in accordo con le necessità costruttive.

26.1.3 Materiali Alternativi

La segnaletica stradale verticale potrà essere costituita da materiali alternativi rispetto a quelli specificati nei paragrafi precedenti nel caso in cui:

- I materiali siano specificamente previsti diversamente nella descrizione dell'Elenco Prezzi;
- La Direzione Lavori approvi materiali diversi ma equivalenti proposti dall'Appaltatore;
- La Direzione Lavori richieda materiali diversi ma equivalenti.

Art. 26.2 Posa in Opera

La segnaletica stradale verticale potrà essere installata mediante gli appositi sostegni oppure fissata a strutture esistenti.

I sostegni verticali dovranno avere una fondazione nel terreno avente le dimensioni indicate sui Disegni di Progetto.

Per questi sostegni l'Appaltatore dovrà provvedere all'esecuzione dello scavo, del getto in calcestruzzo con resistenza caratteristica  $R_{CK} \geq 25$  MPA, delle eventuali casseforme e dell'eventuale rinterro.

I sostegni dovranno essere posizionati con accuratezza nei punti indicati e collocati, con la lunghezza indicata, perfettamente a piombo.

Art. 26.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

La segnaletica verticale sarà contabilizzata in base alla descrizione ed all'unità di misura riportati nell'Elenco Prezzi per ogni elemento da fornire e installare.

## **CAPO XI – IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI**

### **Art. 27 IMPERMEABILIZZAZIONE DI GALLERIE NATURALI**

#### Art. 27.1 Generalità

L'impermeabilizzazione delle gallerie naturali avrà lo scopo di proteggere i rivestimenti in calcestruzzo dalle venute di acqua che potrebbero interessare le superfici dello scavo.

L'impermeabilizzazione delle pareti delle gallerie sarà interposta tra i rivestimenti in calcestruzzo di prima fase e seconda fase.

L'Appaltatore dovrà porre particolare cura nell'esecuzione dei lavori di impermeabilizzazione qualora le acque d'infiltrazione in galleria risultassero di natura aggressiva.

#### Art. 27.2 Preparazione della Superficie di Appoggio

Prima della posa in opera dell'impermeabilizzazione l'Appaltatore dovrà procedere alla preparazione delle superfici comprendente:

- La captazione di eventuali forti venute d'acqua tali che possono intralciare la regolare stesa dell'impermeabilizzazione, mediante impiego di tubi e/o canalette in materiale termoplastico, protetti da uno strato in geotessile e fissati con malta di cemento additivata con accelerante;
- La posa di eventuali tubi e/o canalette che saranno protetti con uno strato di conglomerato cementizio e saranno raccordati al drenaggio posto al piede dell'impermeabilizzazione;
- La regolazione della superficie del rivestimento di prima fase con malta fina per raccordare eventuali asperità e per ricoprire eventuali parti metalliche sporgenti.

Le impermeabilizzazioni sopra descritte dovranno essere applicate su supporto costituito da calcestruzzo spruzzato, dello spessore non inferiore a cm 10, applicato come specificato nell'Articolo 13 del presente volume.

#### Art. 27.3 Strato di Compensazione

##### 27.3.1 Generalità

Sul rivestimento di prima fase in calcestruzzo spruzzato, preparato come specificato nell'Articolo 13.9 di questo volume, dovrà essere steso un geotessile, come strato di compensazione avente la funzione di antipunzonamento.

##### 27.3.2 Materiale

Il geotessile sarà costituito da un tessuto-non-tessuto a filo continuo in polipropilene, del peso di 500 g/mq, avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

| <b>Caratteristica</b>                                      | <b>Requisiti</b>         | <b>Norma</b> |
|--|--------------------------|--------------|
| Peso   | non inferiore a 500 g/mq | UNI 5114     |
| Resistenza a trazione su striscia di cm 5                  | non inferiore a 23 kN/ml | UNI 8639     |
| Allungamento   | non inferiore a 70%      | UNI 8639     |
| Lacerazione  | non inferiore a 1.5 kN   | UNI 8279/9   |
| Punzonamento   | non inferiore a 4 kN     | UNI 8279/14  |
| Permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0.002 MPa | non inferiore a 0.3 cm/s | UNI 8279/13  |

La qualità del geotessile dovrà essere dimostrata mediante prove eseguite sul materiale approvvigionato in cantiere, prima del suo impiego ed anche successivamente, sul materiale prelevato durante il corso dei Lavori.

Le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, a cura e spese dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1. Dalle prove dovranno risultare soddisfatti tutti i requisiti riportati nella tabella di cui sopra.

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

Nel caso di materiali non rispondenti alle prescrizioni tecniche fossero già stati posti in opera, l'Appaltatore dovrà sospendere la lavorazione e procedere a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

### 27.3.3 Posa in Opera

Il geotessile verrà steso procedendo in senso trasversale all'asse della galleria sovrapponendo i bordi di 20 cm e fissandolo con bottoni e/o listoni in PVC semirigido, a loro volta ancorati al supporto con chiodi a sparo muniti di rondella o con tasselli ad espansione.

## Art. 27.4 Guaina in PVC

### 27.4.1 Materiale

La guaina dovrà essere in PVC trasparente con spessore minimo di 2 mm.

La trasparenza della guaina, oltre ad essere una garanzia di purezza formulativa e pertanto di maggiore stabilità del polimero nel tempo, consente di controllare visivamente la lavorazione ed in particolare la eventuale presenza, in corrispondenza delle saldature, di un eccesso di residui carboniosi e di bolle d'aria che sono sintomi di cattiva esecuzione.

Il PVC della guaina dovrà soddisfare i requisiti elencati nella seguente tabella:

| Caratteristica            | Requisiti                       | Norma        |
|---------------------------|---------------------------------|--------------|
| Spessore                  | 2 mm $\pm 5\%$                  | (UNI 8202/6) |
| Densità                   | 1,3 g/cm <sup>3</sup> $\pm 2\%$ | (UNI 7092)   |
| Resistenza a pressione    | 10 atm                          | (DIN 16938)  |
| Resistenza a trazione     | > 1700 N/cm <sup>2</sup>        | (DIN 16938E) |
| Allungamento a rottura    | 300 %                           | (DIN 16938E) |
| Resistenza a compressione | > 300 N/cm <sup>2</sup>         | -----        |
| Durezza A-shore           | 75                              | (DIN 53505)  |
| Resistenza al freddo      | - 20 °C                         | (DIN 16938)  |
| Resistenza al calore      | + 70 °C                         | (DIN 53372)  |
| Resistenza al freddo      | - 40 °C                         | -----        |
| Scalabilità               | illimitata                      | -----        |

La guaina sarà provvista di bottoni in PVC, aventi speciale sagomatura per impedire il contatto degli appositi chiodi di fissaggio con la guaina in PVC

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego. Le prove dovranno essere effettuate presso laboratori qualificati a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori, ogni volta che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8202/Parte 1. Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

Nel caso di materiali già posti in opera, l'Appaltatore dovrà sospendere la lavorazione e procedere, a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

#### 27.4.2 Posa in Opera

La guaina in PVC trasparente per l'impermeabilizzazione delle gallerie dovrà essere posta in opera sullo strato di compensazione di geotessile avente le caratteristiche riportate al precedente Paragrafo 39.3.2.

I bottoni in PVC saranno posti in opera in ragione di almeno in numero di quattro per metro quadrato di superficie da impermeabilizzare. In alternativa ai bottoni potranno essere impiegati gli appositi listoni in PVC semirigido fissati con chiodi a sparo muniti di rondella e posati in ragione di uno per ogni metro lineare.

La guaina sarà sovrapposta ai bottoni in PVC e quindi saldati agli stessi.

In corrispondenza dei giunti della sovrastante guaina in PVC ed alla base della stessa, in corrispondenza dei piedritti nella impermeabilizzazione delle gallerie, saranno forniti e posti in opera listoni in PVC semirigido fissati come sopra specificato.

La guaina in PVC verrà stesa in opera in senso trasversale all'asse delle gallerie con i lembi dei giunti sovrapposti per 10 cm e dovrà essere fissata ai bottoni ed ai listoni in PVC mediante termosaldatura.

La guaina dovrà presentarsi ben distesa, senza pieghe e parti in tensione.

Si procederà quindi alla saldatura dei giunti per termofusione con apposite saldatrici a controllo automatico di velocità, temperatura e pressione, predisposte per effettuare una doppia saldatura senza soluzione di continuità da un estremo all'altro del giunto, in modo da permettere la prova di tenuta del giunto ad aria compressa.

La tenuta dei giunti dovrà essere verificata con aria alla pressione di 0,4 bar; la eventuale perdita di pressione dopo 15-20 minuti non dovrà superare 0,1 bar.

Il controllo delle saldature dovrà essere sistematico; l'osservazione attraverso il PVC trasparente permetterà di verificare che non vi siano difetti quali eccessi di residui carboniosi o bolle che potrebbero far cedere la saldatura in un secondo tempo.

Nel caso che qualche prova dia esito negativo, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con sostituzione delle guaine compromesse, mentre la Direzione Lavori potrà ordinare che vengano sottoposti a prove tutti i giunti senza che per questo l'Appaltatore stessa possa reclamare alcun compenso aggiuntivo ai prezzi contrattuali.

In galleria la guaina in PVC dovrà essere risvoltata alla base dei piedritti per almeno 40 cm; i lembi estremi dovranno essere fissati alla parete mediante listelli metallici, previa applicazione di idoneo mastice sigillante; all'interno dei due risvolti dovranno essere forniti e posti in opera tubi in PVC rigido serie pesante tipo 302 del diametro nominale di 125 mm, aventi pareti corrugate e forate e suola di base liscia e stagna; i tubi dovranno essere collegati ai pozzetti di raccolta mediante pezzi speciali a T e relative tubazioni di raccordo in PVC ed i fori praticati nelle guaine per il passaggio di queste ultime dovranno essere sigillati mediante appositi elementi in PVC termosaldati alla guaina ed ai tubi di raccordo.

### Art. 27.5 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 27.5.1 Misurazione

L'impermeabilizzazione delle gallerie naturali con guaina in PVC sarà contabilizzata in base all'area della membrana in opera approvata dalla Direzione Lavori.

Le sovrapposizioni non saranno considerate nel calcolo dell'area.

#### 27.5.2 Valutazione dei Lavori

L'impermeabilizzazione delle gallerie naturali con guaina in PVC sarà valutata in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la preparazione della superficie di appoggio, la fornitura, la posa in opera, le sovrapposizioni, il geotessile, i bottoni, listoni in PVC e chiodi di ancoraggio, le prove di tenuta, e gli eventuali ponteggi ed impalcati a qualsiasi altezza.

## **Art. 28 IMPERMEABILIZZAZIONI DI SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

### Art. 28.1 Generalità

L'impermeabilizzazione di superfici in calcestruzzo sia orizzontali che verticali, compreso le superfici di estradosso delle gallerie artificiali, sarà realizzata mediante l'applicazione di una guaina in PVC trasparente dello spessore di 2 mm, posta in opera su strato di geotessile (tessuto-non-tessuto).

La posa in opera della guaina dovrà essere preceduta dalla preparazione del supporto, comprendente:

eliminazione di eventuali asperità, dislivelli, grumi ed imperfezioni in genere anche mediante bocciardatura spinta anche a fondo;

stuccatura di eventuali lesioni o vespai;

pulizia mediante lavaggio con acqua in pressione (almeno 50 bar).

### Art. 28.2 Strato di Geotessile con Funzione Antipunzonante

Sul supporto così preparato dovrà essere steso uno strato di geotessile non tessuto a filo continuo in polipropilene, del peso di 600 g/mq, con funzione antipunzonante, avente le caratteristiche di cui all'Articolo 39.3 del presente volume.

Il geotessile verrà steso procedendo in senso trasversale alle pareti o all'asse delle gallerie artificiali, sovrapponendo i bordi per almeno 20 cm e pressandoli gli stessi bordi con listoni in PVC fissati al supporto con chiodi a sparo.

I listoni in PVC, ai quali successivamente dovrà essere saldata per termofusione la guaina in PVC, dovranno avere una speciale sagomatura per evitare che le teste dei chiodi di fissaggio possano venire a contatto con la sovrastante guaina.

### Art. 28.3 Guaina in PVC

Sullo strato di geotessile avente funzione di antipunzonamento sarà applicata la membrana in PVC, avente le caratteristiche di cui al Paragrafo 39.4.1 del presente volume.

La guaina in PVC sarà posata sostanzialmente con le modalità specificate nel Paragrafo 27.4.2 del presente volume relativo all'impermeabilizzazione di gallerie naturali.

In particolare si specifica che alla base di tutte le pareti, la guaina in PVC dovrà essere provvista di tubi in PVC rigido.

### Art. 28.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 28.4.1 Misurazione

L'impermeabilizzazione di superfici in calcestruzzo con guaina in PVC sarà contabilizzata in base all'area della membrana in opera approvata dalla Direzione Lavori.

Le sovrapposizioni non saranno considerate nel calcolo dell'area.

#### 28.4.2 Valutazione dei Lavori

L'impermeabilizzazione di superfici in calcestruzzo con guaina in PVC sarà valutata in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la preparazione della superficie di appoggio, la fornitura, la posa in opera, le sovrapposizioni, il geotessile, i bottoni, i listoni in PVC e chiodi di ancoraggio, i tubi drenanti alla base della parete, e gli eventuali ponteggi ed impalcati a qualsiasi altezza.

## **Art. 29 TRATTAMENTO IMPERMEABILIZZANTE PER IMPALCATI**

### Art. 29.1 Materiale

Il trattamento impermeabilizzante per estradossi di solette di impalcato sarà costituito da teli di tessuto in poliestere trevira/spunbond del peso non inferiore a 200 g/mq e da bitume modificato con gomme termoplastiche (contenuto minimo 8%).

### Art. 29.2 Preparazione dei Piani di Posa

Le superfici da impermeabilizzare saranno adeguatamente regolarizzate, pulite e quindi trattate con una imprimitura da effettuare come segue:

#### a. Trattamenti e Pulizia delle Superfici

Le superfici del piano di posa dovranno presentarsi uniformi e prive da qualsiasi asperità e spuntoni di legno o metallo che potrebbero menomare la tenuta dell'impermeabilizzazione. Eventuali bruschi risalti saranno eliminati mediante scalpellatura o smerigliatrice a disco, mentre le eventuali fessurazioni e fori saranno adeguatamente sigillati e stuccati.

La pulizia finale consisterà nell'asportazione degli elementi sciolti presenti sulla superficie mediante aria compressa e ove necessario mediante idrolavaggio.

Le superfici dei calcestruzzi e delle murature dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte prima di iniziare i lavori di impermeabilizzazione.

#### b. Imprimitura d'Adesione

L'imprimitura sarà a base bituminosa e potrà essere data a pennello o a anche a spruzzo in ragione di circa 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

### Art. 29.3 Posa in Opera

Sull'imprimitura sarà spalmato bitume modificato applicato ad alta temperatura in quantità sufficiente per colmare tutte le irregolarità del supporto e comunque con uno spessore non inferiore a 2 mm.

I teli in poliestere saranno stesi sui piani di posa con sovrapposizione dei giunti di almeno 15 cm.

Sui teli sarà spalmato bitume modificato applicato ad alta temperatura in quantità sufficiente per coprire i teli e comunque con uno spessore non inferiore a 1 mm.

La massima cura dovrà essere posta nella sistemazione delle parti terminali della membrana in modo da impedire infiltrazioni d'acqua al di sotto del manto; la Direzione Lavori potrà

richiedere l'uso di maggiori quantità di materiale bituminoso da spalmare sul primer per una fascia almeno di 1 metro in corrispondenza di queste parti.

#### Art. 29.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 29.4.1 Misurazione

Il trattamento impermeabilizzante per impalcati sarà contabilizzato in base all'area della membrana in opera approvata dalla Direzione Lavori.

Le sovrapposizioni non saranno considerate nel calcolo dell'area.

##### 29.4.2. Valutazione dei Lavori

Il trattamento impermeabilizzante per impalcati sarà valutato in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la preparazione della superficie di appoggio, l'imprimitura, la fornitura dei materiali e la posa in opera.

### **Art. 30 IMPERMEABILIZZAZIONI CON GUAINE BITUMINOSE PREFORMATE**

#### Art. 30.1 Materiale

Le guaine bituminose saranno del tipo preformato a base di gomma e bitume con armatura di rinforzo in rete di polipropilene e rispondenti alle seguenti principali caratteristiche:

- spessore complessivo: non inferiore a 4 mm;
- peso: non inferiore a 250 g/m<sup>2</sup> ;
- flessibilità a freddo: a -10 °C;
- resistenza a punzonamento: non inferiore a 10 Kg (modalità A<sub>1</sub> o G<sub>a</sub>);
- resistenza a trazione: 8 Kg/ cm (modalità G<sub>2</sub>L e G<sub>2</sub>T).

#### Art. 30.2 Preparazione dei Piani di Posa

Le superfici di posa delle guaine saranno adeguatamente regolarizzate, pulite e quindi trattate con una imprimitura da effettuare come segue:

##### 30.2.1. Trattamenti e Pulizia delle Superfici

La superficie del piano di posa dovrà presentarsi uniforme e priva da asperità e spuntori di legno o metallo che possano menomare la tenuta della membrana. Eventuali bruschi risalti saranno eliminati mediante scalpellatura o smerigliatrice a disco, mentre le eventuali fessurazioni e fori saranno adeguatamente sigillati e stuccati.

La pulizia finale consisterà nell'asportazione degli elementi sciolti presenti sulla superficie mediante aria compressa.

Le superfici dei calcestruzzi e delle murature dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte prima di iniziare i lavori di impermeabilizzazione.

##### 30.2.2. Imprimitura d'Adesione

L'imprimitura sarà a base bituminosa e potrà essere data a pennello o a anche a spruzzo in ragione di circa 0,5 Kg/m<sup>2</sup> .

### Art. 30.3 Posa in Opera

I fogli della guaina saranno stesi sui piani di posa con sovrapposizione dei giunti di almeno 10 cm.

I giunti dovranno essere accuratamente sigillati alla fiamma utilizzando bruciatore alimentato a gas propano e spatola meccanica.

La massima cura dovrà essere posta nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni d'acqua al di sotto del manto; la Direzione Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di materiale bituminoso da spalmare sul primer per una fascia almeno di 1 metro in corrispondenza di questi punti, o altri accorgimenti analoghi per assicurare la tenuta della membrana.

Una particolare attenzione dovrà essere osservata nella fase di rinterro, evitando di usare a diretto contatto della guaina rocce spigolose di grosse dimensioni.

### Art. 30.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 30.4.1 Misurazione

Le impermeabilizzazioni con guaine bituminose saranno contabilizzate in base all'area delle guaine in opera approvata dalla Direzione Lavori.

Le sovrapposizioni non saranno considerate nel calcolo dell'area.

#### 30.4.2. Valutazione dei Lavori

Le impermeabilizzazioni con guaine bituminose saranno valutate in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la preparazione della superficie di appoggio, l'imprimitura, la fornitura dei materiali, la posa in opera, gli eventuali ponteggi ed impalcati a qualsiasi altezza.

## **Art. 31 IMPERMEABILIZZAZIONE DEI GIUNTI DI ESPANSIONE**

### Art. 31.1 Materiale

L'impermeabilizzazione dei giunti di espansione di strutture in conglomerato cementizio sarà realizzata con cordoni a base di bentonite sodica naturale miscelata con gomma butilica. I cordoni di bentonite sodica potranno essere utilizzati anche per giunti di costruzione di opere in calcestruzzo qualora si richiesso o approvato dalla Direzione Lavori.

Il materiale dovrà essere caratterizzato da una notevole espansione allorché viene a contatto con acqua.

I cordoli avranno una sezione non inferiore di 20 x 25 mm.

### Art. 31.2 Posa in Opera

La superficie di posa dovrà presentarsi uniforme e priva da asperità e materiali che possano impedire una perfetta tenuta.

I cordoni saranno collocati sulle superfici di posa mediante adeguati collanti e con giunti a perfetto contatto.

### Art. 31.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### a. Misurazione



I cordoni di bentonite sodica per l'impermeabilizzazione dei giunti di espansione sarà contabilizzata in base alla lunghezza approvata dalla Direzione Lavori.

b. Valutazione dei Lavori

I cordoni di bentonite sodica per l'impermeabilizzazione dei giunti di espansione sarà valutata in base al prezzo d'Elenco per metro lineare.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la preparazione della superficie di applicazione, la fornitura del materiale e la posa in opera.

## **CAPO XII – LAVORI VARI**

### **Art. 32 DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONI E FONDI STRADALI**

#### Art. 32.1 Demolizione di Pavimentazioni in Conglomerato Bituminoso

##### 32.1.1 Mezzi d'Opera

La demolizione delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Solamente quando previsto in progetto e nei casi particolari specificati dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore potrà eseguire la demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con mezzi d'opera non provvisti di fresa.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per l'eventuale reimpiego nelle fondazioni stradali.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione mediante martello demolitore a mano provvisto di scalpello appropriato o mezzi d'opera provvisti di piccole teste fresanti.

Ove il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, il taglio perimetrale dovrà sempre essere eseguito mediante seghe munite di disco diamantato tipo "clipper" o similari.

##### 32.1.2 Demolizione

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori. Eventuali maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti non saranno riconosciuti per il pagamento ed inoltre l'Appaltatore dovrà provvedere a sue spese al riempimento da effettuare.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato. Ove necessario la pulizia delle superfici coperte sarà eseguita con aria compressa o con idrolavaggio a pressione.

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso, salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni, ove necessario, saranno eseguite in presenza di traffico e pertanto in questi casi l'Appaltatore dovrà prendere tutti i provvedimenti necessari al fine di eseguire i lavori in sicurezza.

Nelle demolizioni l'Appaltatore dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali che possano, a giudizio della Direzione Lavori, essere impiegati utilmente nell'ambito del cantiere o per altri usi stradali.

I materiali non fresati che potrebbero essere reimpiegati come precedentemente menzionato e che avessero una pezzatura grossa, dovranno essere adeguatamente frantumati.

## Art. 32.2 Demolizione di Fondazione Stradale

### 32.2.1 Mezzi d'Opera

La demolizione delle fondazione stradale in tout-venant stabilizzato, massicciata costituita da materiale granulare, misto cementato e similari per l'intero spessore o per parte di esso sarà effettuata con idonee attrezzature quali bulldozers muniti di ripper, di escavatori idraulici equipaggiati con benna adatta ad operare formazioni tenaci, demolitori idraulici montati sui bracci di escavatori, frese a tamburo ed altri mezzi similari.

### 32.2.2 Demolizione

La demolizione dovrà rispettare gli spessori e le linee previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori.

Qualora la demolizione dovesse essere eseguita oltre le linee di progetto, l'Appaltatore non sarà compensato per i maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti ed inoltre egli dovrà anche provvedere a ripristinare i piani con il materiale che sarà specificato dalla Direzione Lavori.

Le demolizioni, ove necessario, dovranno essere eseguite in presenza di traffico e pertanto in questi casi l'Appaltatore dovrà prendere tutti i provvedimenti necessari al fine di eseguire i lavori in sicurezza.

## Art. 32.3 Demolizione di Murature

La demolizione di murature di qualsiasi genere (calcestruzzo semplice, calcestruzzo armato, murature in pietrame, murature in laterizio ecc.), potranno essere eseguite integralmente o parzialmente in porzioni a sezione obbligata, e con qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Le demolizioni potranno essere eseguite mediante:

- Scalpellatura a mano o meccanica;
- Martello demolitore operato manualmente;
- Martellone idraulico operato dalla cabina dell'escavatore;
- Getti d'acqua applicati ad altissima pressione (idrodemolizione);
- Agenti disagregatori ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le modalità esecutive ed i mezzi d'opera impiegati per le demolizioni dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Le demolizioni non potranno essere eseguite con l'impiego di esplosivo.

Qualora debbano essere demolite strutture in calcestruzzo armato che in seguito devono essere collegate a strutture armate contigue, durante la demolizione dovrà essere assicurata una integrità delle barre non inferiore a 40 diametri.

Le demolizioni per la formazione di aperture in calcestruzzi semplice o armati aventi limitate dimensioni, potranno essere eseguite mediante il metodo dei fori secanti o del taglio con disco diamantato o con filo a giro continuo.

I fori nelle strutture in calcestruzzo armato con diametro fino a 150 mm saranno eseguiti mediante impiego di carotatrice provvista di corona diamantata. La rifinitura dei fori per renderli adatti all'alloggiamento di tubi e bocchettoni di drenaggio sarà eseguita con scalpello manuale o meccanico.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Appaltatore sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

#### Art. 32.4 Utilizzo dei Materiali di Risulta

La possibilità di utilizzare i materiali provenienti dalle demolizioni di pavimentazioni in conglomerato bituminoso, di fondazioni stradali e di murature nella formazione di rilevati e riempimenti sarà stabilito dalla Direzione Lavori.

I materiali provenienti dalle demolizioni e non utilizzabili nell'ambito del cantiere, saranno caricati su autocarro e trasportati alle discariche autorizzate.

#### Art. 32.5 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 32.5.1 Misurazione

La demolizione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso, di fondazioni stradali e di murature (con esclusione della formazione di fori nelle strutture in c.a. o c.a.p. , della demolizione con martello demolitore manuale di pavimentazioni su impalcati di opere d'arte e del taglio del conglomerato bituminoso con lama diamantata per la demolizione di pavimentazioni su impalcati di opere d'arte), sarà contabilizzata in base al volume in opera approvato dalla Direzione Lavori.

##### 32.5.2 Valutazione dei Lavori

La demolizione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso, di fondazioni stradali e di murature (con esclusione della formazione di fori nelle strutture in c.a. o c.a.p.), sarà valutata in base ai prezzi d'Elenco per metro cubo.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la demolizione con qualsiasi metodo e mezzo d'opera, il taglio del ferro di rinforzo, il taglio con lama diamantata, la pulizia delle superfici demolite, il trasporto del materiale di risulta a reimpiego o a discarica autorizzata e gli oneri per eventuale esecuzione dei lavori in presenza di traffico.

La formazione di fori nelle strutture in c.a. o c.a.p. sarà contabilizzata in base ad ogni foro avente un diametro  $\leq 150$  mm e profondità non superiore a 100 cm o, per fori di lunghezza superiore, per ogni 100 cm o frazione.

## **Art. 33            PERFORAZIONI PER MICROPALI, PRECONSOLIDAMENTI E TIRANTI**

### Art. 33.1 Generalità

Le perforazioni per micropali, infilaggi, preconsolidamenti con tubi in vetroresina ed eventuali drenaggi potranno esser eseguiti con qualsiasi tipo di attrezzatura a rotazione o a rotopercolazione in grado di eseguire fori alla profondità richiesta in materie di qualsiasi natura, durezza e consistenza, compreso trovanti e roccia da mina, anche in presenza d'acqua di qualunque entità e pressione.

I fori potranno essere verticali o comunque inclinati in base alle indicazioni dei Disegni Esecutivi ed alle reali necessità costruttive.

La perforazione in terreni stabili potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua.

La perforazione in terreni instabili o ove vi fosse la presenza di acqua sarà eseguita con la posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del foro costituito da tubi di acciaio aventi giunti filettati.

La perforazione sotto falda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, limi ecc.) non potrà essere eseguita con circolazione di acqua, per evitare dilavamento del terreno.

Al termine della perforazione i fori dovranno essere accuratamente sgomberati dai detriti impiegando il metodo più adatto per via secca o per via umida.

I metodi di perforazione saranno soggetti alla previa approvazione della Direzione Lavori.

### Art. 33.2 Perforazioni per Micropali ed Infilaggi

La perforazione per micropali ed infilaggi dovrà essere condotta impiegando utensili atti ad ottenere fori con adeguato diametro e tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di infilaggio dei tubi e di iniezione.

Il diametro dei fori sarà quello previsto sui Disegni Esecutivi, e comunque non sarà mai inferiore al diametro del tubo d'armatura più a 30-40 mm.

Le perforazioni dovranno essere eseguite senza impiego di acqua.

In particolare le attrezzature di perforazione per l'esecuzione di infilaggi in sotterraneo dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- Possibilità di eseguire, senza manovra d'asta, fori con rivestimento provvisorio fino ad almeno 12 m di lunghezza;
- Testa di rotazione con foro passante e con ingombro verso l'esterno non eccedente 35 cm rispetto all'asse della perforazione;
- Slitta di scorrimento ed aste di perforazione aventi costruzione sufficientemente rigida da assicurare il rispetto delle tolleranze geometriche prescritte.

La deviazione dell'asse dei micropali rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%.

Le perforazioni saranno eseguite senza l'impiego di bentonite ed altri materiali che potrebbero impedire un facile deflusso delle venute d'acqua.

### Art. 33.3 Perforazioni per Consolidamenti con Tubi in Vetroresina

Le perforazioni per l'installazione di tubi in vetroresina al fronte di scavo in galleria dovranno essere eseguite a secco con idonea attrezzatura ed impiegando preferibilmente utensili ad elica con diametro compreso tra 100 e 120 mm.

I fori dovranno attraversare l'eventuale calcestruzzo spruzzato sul fronte di scavo ed essere spinti alla profondità prestabilita con direzione orizzontale o sub-orizzontale.

L'attrezzatura di perforazione dovrà essere tale da permettere l'installazione dei tubi in vetroresina contemporaneamente con l'avanzamento delle aste di perforazione.

#### Art. 33.4 Perforazioni per Tiranti

Le perforazioni per tiranti saranno eseguite a rotazione con recupero continuo di carote e dovranno avere un diametro compatibile con quello del tirante da installare.

Nell'esecuzione dei fori in roccia l'Appaltatore dovrà rilevare con cura le condizioni di fessurazione, le venute d'acqua e la stabilità delle pareti del foro.

Al termine della perforazione i fori eseguiti in formazioni rocciose dovranno avere pareti stabili e non soggette a possibili ostruzioni che potrebbero accadere sia prima che durante la posa dei tiranti.

Per assicurare la stabilità del foro l'Appaltatore dovrà ricorrere ove necessario ad un trattamento di pre cementazione e riperforazione.

Al termine della perforazione, dal foro saranno eliminati tutti i detriti che potrebbero essere rimasti in corrispondenza dell'ancoraggio.

#### Art. 33.5 Perforazioni per Drenaggi

Le perforazioni per drenaggi saranno eseguite senza l'impiego di bentonite ed altri materiali che potrebbero impedire un facile deflusso delle venute d'acqua.

#### Art. 33.6 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 33.6.1 Misurazione

Le perforazioni per micropali, infilaggi, preconsolidamenti con tubi in vetroresina, drenaggi e tiranti, saranno contabilizzate in base alla lunghezza realmente eseguita approvata dalla Direzione Lavori.

La lunghezza delle perforazioni per eventuali prove preliminari sarà computata per il pagamento.

##### 33.6.2 Valutazione dei Lavori

Le perforazioni saranno valutate in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, e comprendono in particolare: l'installazione della perforatrice sul primo foro, lo spostamento della perforatrice da foro a foro, la perforazione con qualsiasi inclinazione, l'impiego di qualsiasi testa perforante, l'uso di eventuali rivestimenti provvisori, le eventuali cementazioni e riperforazioni, l'allontanamento del materiale di risulta, e gli eventuali ponteggi ed impalcati.

### **Art. 34 PALIFICAZIONI MICROPALI VERTICALI O SUBVERTICALI**

#### Art. 34.1.1. Classificazione

##### *a) Pali di medio e grande diametro*

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continui

*b) Micropali*

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro  $\geq 300$  mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

#### Art. 34.1.2. Definizioni

*a) Pali trivellati ad elica continua*

Con tale denominazione si vengono ad identificare, i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

*b) Micropali*

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ( $d \leq 250$  mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

#### Art. 34.1.3. Normative di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988  
D.M. 17/01/2018 Norme tecniche per le costruzioni
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

#### Art. 34.2.0 PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

##### Art. 34.2.1 Soggezioni geotecniche e ambientali

*a) Pali trivellati*

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la seguente condizione:  

$$\gamma \geq \frac{3}{4} \frac{C_u}{H}$$
dove:

$\gamma$  = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro;

- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4$  mm). Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:
  - rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
  - la diminuzione di densità relativa ( $D_r$ ) degli strati incoerenti;
  - la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
  - la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

#### b) *Pali trivellati ad elica continua*

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

### Art. 34.2.2 Prove tecnologiche preliminari

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla DL.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Impresa, saranno eseguiti in numero del 1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della DL; le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della DL, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla DL, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte. Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.



### Art. 34.2.3 Materiali

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

#### 2.3.1 Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche che sono descritte nel punto 2.2, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro  $d \geq 700$  mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

#### 2.3.2 Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini.

Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto.

Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento.

Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre.

La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura.

I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile, l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguito con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

Può essere impiegato, tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2.0 – 2.5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi).

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2.50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

### 2.3.3 Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che  $D_{max}/2.5^i$  i min dove i min è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica ( $R_{bk}$ ) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a  $R_{bk} \geq 25$ .

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams (CNR UNI 7163-79) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro  $d < 800$  mm e di 20 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro  $d \geq 800$  mm.

L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

### 2.3.4 Fanghi bentonitici

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefiori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;

- eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.)

#### 2.3.4.1 Bentonite in polvere

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

|  |                      |
|--|----------------------|
| residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332  | < 1%                 |
| Tenore di umidità  | < 15%                |
| Limite di liquidità  | > 400                |
| Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata  | > 40 s               |
| Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore   | < 2%                 |
| Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm <sup>3</sup> della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa | < 18 cm <sup>3</sup> |
| PH dell'acqua filtrata   | 7 < pH < 9           |
| Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-pressa   | 2,5 mm               |

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

#### 2.3.4.2 Preparazione fanghi bentonitici

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m<sup>3</sup>) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m<sup>3</sup>
- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentano di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- peso di volume nel corso dello scavo ≤ 12.5 kN/m<sup>3</sup>;
- contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: < 6%

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo. In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

#### 2.3.5 Fanghi biodegradabili

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

##### 2.3.5.1 Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi. La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla D.L. Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20 ÷ 40 ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

### Art. 34.3.0 TIPOLOGIE ESECUTIVE

#### Art. 34.3.1 Pali trivellati

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengano a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell'utensile.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Possono essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).

##### 3.1.1 Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della D.L.. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza riportata al punto 5.3, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;
- lunghezza:                      pali aventi diametro  $D < 600 \text{ mm}$   $\pm 15 \text{ cm}$ ;  
    pali aventi diametro  $D \geq 600 \text{ mm}$   $\pm 25 \text{ cm}$ ;
- quota testa palo:               $\pm 5 \text{ cm}$ ;

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

##### 3.1.2 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

### 3.1.3 Pali trivellati con fanghi bentonitici

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Il fango bentonitico impiegato nella perforazione, dovrà avere le caratteristiche riportate nel punto 2.3.4.

Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1.0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimare solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.

#### 3.1.3.1 Formazione del fusto del palo

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m<sup>3</sup>.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm, sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0 – 4.0 m di palo.

Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

#### 3.1.4 Pali trivellati con fanghi biodegradabili

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici.

Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni riportate al punto 2.3.5.

#### 3.1.5 Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti riportati al punto 3.2.3.

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

#### 3.1.5.1 Formazione del fusto del palo

Valgono le indicazioni riportate nel punto 3.2.3.1.

### Art. 34.3.2 Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta. L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitaamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Impresa, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

#### 3.2.1 Formazione del fusto del palo

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 KPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata. Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

### Art. 34.3.3 Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto

Valgono le prescrizioni di cui al punto 3.2.5.

#### 3.3.1 Formazione del fusto del palo

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche riportate al punto 2.3.1. Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche riportate nel punto 3.2.5.1.

### Art. 34.3.4 Micropali

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $c_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la seguente condizione:

$c_u^3 \geq \gamma H/3$  dove:

$\gamma$  = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

#### 3.4.1 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm.

#### 3.4.2 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

### 3.4.3 Armatura

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

#### 3.4.3.1 Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui al punto 2.3.1. Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

#### 3.4.3.2 Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio Fe 430 – Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche o della qualità prevista nella descrizione dell'articolo di prezzo.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori  $d = 8$  mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo  $s = 3.5$  mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

#### 3.4.3.3 Armature con profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati, dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12–14 m). Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

### 3.4.4 Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.



Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a  $R_{ck} \geq 25$  Mpa. A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:  $a/c \leq 0.5$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad  $1 \text{ m}^3$  di prodotto, dovrà essere la seguente:

- acqua : 600 kg
- cemento : 1200 kg
- additivi :  $10 \div 20$  kg

con un peso specifico pari a circa:

$\rho = 1.8 \text{ kg/dm}^3$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad  $1 \text{ m}^3$  di prodotto finito:

- acqua : 300 kg
- cemento : 600 kg
- additivi :  $5 \div 10$  kg
- inerti :  $1100 \div 1300$  kg

### 3.4.5 Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata  $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

#### 3.4.5.1 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto 3.3.3.4.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di  $12 \div 24$  ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : » 100 bar
- portata max : » 2 m<sup>3</sup>/ora
- n. max pistonate/minuto : » 60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

### 3.4.6 Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto 3.3.4.

#### 3.4.6.1 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni di cui al punto 3.3.4.1, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno <sup>3</sup> 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5÷0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

## Art. 34.4.0 PROVE DI CARICO

### 4.1 Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a 1.5, 2 volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ );
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a  $2.5 \div 3$  volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ );

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

In base alle tipologie di manufatti ricorrenti in ambito autostradale, si considerano opere di notevole importanza:

- Tutti i cavalcavia su autostrade, tangenziali e strade con almeno 4 corsie di marcia;
- Tutti i cavalcavia ferroviari di linee in esercizio;
- Tutti i viadotti o cavalcavia con luce superiore a 35 metri;
- Tutti i viadotti o cavalcavia di tre o più campate di cui almeno 1 di luce superiore a 25 metri.

L'Impresa dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera.

Tale valore minimo potrà essere incrementato in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

Sono oneri a carico dell'Impresa:

- predisposizione di qualsiasi tipo di contrasto;
- preparazione testa palo;
- accesso al laboratorio;
- ogni altro onere (protezione e riparo dell'attrezzatura, illuminazione, corrente elettrica, acqua, ecc. ...)

Sono a carico della Stazione Appaltante:

- installazione dell'attrezzatura ed esecuzione prove.

#### Art. 34.4.1 Prove su pali di grande diametro

##### 4.1.1 Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova  $P_{prova}$  sarà:

$-P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$  per  $D \leq 100$  cm e  $P_{prova} = 1.2 P_{esercizio}$  per  $D > 100$  cm

$-P_{prova} = P_{lim}$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

##### 4.1.1 Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa  $\geq 200$  mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente ( $\geq 3$  mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa  $M$  dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 \times P_{prova} / g = 0.12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto dimensionati a trazione, da strumentare per il controllo di eventuali sfilamenti o deformazioni;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto, da strumentare per il controllo di eventuali sfilamenti o deformazioni.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Impresa, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante ( $\pm 20$  kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a  $\approx 120^\circ$  intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

#### 4.1.2 Preparazione della prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di  $\approx 50$  cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ( $h_{min} = 1.5$  m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

#### 4.1.3 Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

#### 1° CICLO

- a) Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\Delta P$ , fino a raggiungere il carico  $P_{es}$ .
- b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:
- $t = 0$  (applicazione del carico)
  - $t = 2'$
  - $t = 4'$
  - $t = 8'$
  - $t = 15'$

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ( $t = 15'$ ):

$$\Delta s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

Per il livello corrispondente a  $P_{es}$  il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

- $t = 30'$
- $t = 45'$
- $t = 60'$

#### 2° CICLO

- a) Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\Delta P$  fino a raggiungere il carico  $P_{prova}$  (o  $P_{lim}$ ).
- b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.
- c) Il carico  $P_{prova}$ , quando è minore di  $P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità  $\Delta P$ ) con misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ ; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lim}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento ( $P_{lim}$ )  $\geq 2$  cedimento ( $P_{lim} - \Delta P$ )
- cedimento ( $P_{lim}$ )  $\geq 0.10$  diametri.

#### 4.1.4 Risultati della prova

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale").
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

#### 4.1.2. Prove di carico su pali strumentati

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto 4.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

##### 4.1.2.1 Attrezzature e dispositivi di prova

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro.

Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro.

Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione. L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

#### 4.1.2.2 Preparazione ed esecuzione della prova

Si applicano integralmente le specifiche di cui al punto 4.1.1.3 e seguenti.

#### 4.1.3 Prove di carico laterale

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale (vedi punto 4.1.1), salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro d 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

### Art. 34.4.2 Prove di carico su micropali

#### 4.2.1. Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova  $P_{prova}$  sarà:

-  $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$

-  $P_{prova} = P_{lim}$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

#### 4.2.1.1 Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui al punto 4.1.1.2.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel punto 4.2.1.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di »20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120°, per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

#### 4.2.1.2 Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

##### 1° CICLO

a) Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\Delta P$ , fino a raggiungere il carico  $P_{es}$ .

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$  (applicazione del carico)
- $t = 2'$
- $t = 4'$
- $t = 8'$
- $t = 15'$

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento  $s$  è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ( $\Delta t = 15'$ ):

$s \leq 0.025$  mm.

c) Per il livello corrispondente a  $P_{es}$  il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a  $t = 0$ ,  $t = 5'$ ,  $t = 10'$ ,  $t = 15'$ .

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a  $t = 30'$ ,  $t = 45'$  e  $t = 60'$ .

##### 2° CICLO

a) Applicazione rapida di un carico di entità  $1/3 P_{es}$

b) Lettura dei cedimenti a  $t = 0$ ,  $1'$ ,  $2'$ ,  $4'$ ,  $8'$ ,  $15'$

c) Scarico rapido e letture a  $t = 0$  e  $5'$

d) Applicazione rapida di un carico di entità  $2/3 P_{es}$

e) Lettura dei cedimenti come in "b"

f) Scarico come in "c"

g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a  $P_{es}$

h) Lettura dei cedimenti come in "b"

i) Scarico con letture a  $t = 0$ ,  $5'$ ,  $10'$ ,  $15'$  e  $30'$ .

##### 3° CICLO

a) Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\Delta P$  fino a raggiungere il carico  $P_{prova}$  (o  $P_{lim}$ ).



b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".

c) Il carico  $P_{prova}$ , quando è  $< P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a  $t = 0$ ,  $t = 5'$  e  $t = 10'$  e  $t = 15'$ . A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ .

Si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lim}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento  $s$  risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

$$- s (P_{lim})^3 \geq 2 \times s (P_{lim} - dP)$$

$$- s (P_{lim})^3 \geq 0.2 d + s_{el}$$

ove :

$d$  = diametro del micropalo

$s_{el}$  = cedimento elastico del micropalo.

#### 4.2.1.3 Risultati delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate al punto 4.1.1.5.

#### Art. 34.4.3 Prove non distruttive

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;
- C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

#### 4.3.1 Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro  $> 800$  mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla totalità (100%) dei pali.

Sono oneri dell'Impresa:

- l'accesso al laboratorio;
- la predisposizione delle teste palo (scapitozzatura, pulitura);
- ogni altro onere (corrente, acqua, ecc. ...)

Con riferimento ai pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a proprie cure e spese, alla predisposizione del 10% dei pali stessi ai fini del successivo loro controllo. A tale scopo, sui pali indicati dalla Direzione Lavori per tali prove, lungo il fusto dovrà essere prevista, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possano scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi tubi saranno almeno 2 per pali aventi diametro  $d \leq 1200$  mm ed almeno 3 per diametri superiori.

Le prove dovranno essere effettuate sul 5% - 10% dei pali eseguiti alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

Sono oneri dell'Impresa:

- fornitura ed installazione dei tubi in acciaio manicottati (non saldati), di diametro da concordare con la DL, munito di tappi superiori e di fondo, legati alla gabbia, sporgenti 30 cm dalla testa palo e 20 cm dalla punta palo;
- ogni altro onere (corrente, acqua, ecc. ...).

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, l'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

#### 4.3.2 Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa: dal fondo foro. Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Impresa, quando ordinato dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

#### 4.3.3 Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 – 5.0 m di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### Art. 34.4.4 Specifiche di controllo

#### 4.4.1 Generalità

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli, è indicata nel seguente prospetto:

- D.M. 9/01/1996;
- D.M. 11/03/1988;
- AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);
- Norme UNI 7163 – 1979;
- DIN – 4150;
- D. M. 16/01/96.

L'Impresa dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 30% dei pali realizzati.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1'' ½.

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

#### 4.4.2 Pali trivellati

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del punto 2.3.3 del presente Capitolato. La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Nel caso si venga ad impiegare un rivestimento di acciaio si dovrà verificare che questo presenti le caratteristiche così come indicato in progetto e nel presente Capitolato (punti 2.3.2 e 3.2.5).

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità riportate al punto 3.2.3.1.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze (punto 3.2.1), ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;
- risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
- additivi usati per il fango;
- caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).;
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.
- I risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

#### 4.4.3 Controllo del fango bentonitico

Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- a) peso di volume;
- b) viscosità MARSH;
- c) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate.

Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b):

- prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.

Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica A):

- prelievo entro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di 50 cm quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo per ogni elemento (palo o pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi o al termine delle operazioni di scavo.

Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c):

- prelievo mediante campionatore, alla profondità di 80 cm sopra il fondo dello scavo con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera. La Direzione lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua libera, e dello spessore del "cake"; mentre per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

- residui al setaccio n. 38 della serie UNI n.2331 - 2332;
- tenore di umidità;
- limite di liquidità;
- decantazione della sospensione al 6%;

si ricorrerà a cura e spese dell'Impresa, a Laboratorio Ufficiale.

#### 4.4.4 Prove di controllo

Caratteristiche e modalità d'uso delle apparecchiature che dovranno essere a disposizione in cantiere.

##### 4.4.4.1 Misure del peso specifico o di volume

Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore per il fango. Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato.

Si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di  $\pm 5$  g/l.

##### 4.4.4.2 Misura della viscosità

Si userà di regola l'imbuto di Marsh che consiste in un recipiente tronco - conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (611), altezza del tronco di cono 305 mm (1211); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/1611) e altezza 50,8 mm (211). Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.

Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm<sup>3</sup> e il livello corrispondente 500 cm<sup>3</sup>.

##### 4.4.4.3 Misura del pH

Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore.

Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.

Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

##### 4.4.4.4 Misura del contenuto in sabbia

Si userà di regola un sabbimetro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa. Si ottererà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua. Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita.

Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenute cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

#### 4.4.4.5 Misura dell'acqua libera e dello spessore del “cake”

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.

Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO<sub>2</sub>).

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo. Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella.

Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio bloccandola permanente con la vite di pressione. Poi si monterà la bomboletta di CO<sub>2</sub> e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar.

Nello stesso momento in cui si darà pressione si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.

L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato. Le misure in cm<sup>3</sup> verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.

Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

#### 4.4.4.6 Controllo del fango biodegradabile

Per il controllo di qualità del fango, a cura dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, si eseguiranno determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- densità del fango biodegradabile fresco;
- densità del fango biodegradabile e viscosità del fango pronto per l'impiego;
- prova di decadimento.

I suddetti controlli verranno effettuati con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi, tranne che la prova di decadimento, che dovrà essere eseguita con frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

La formula prevista e studiata dall'Impresa, potrà essere assoggettata ad ulteriori prove se richieste dalla D.L.

#### 4.4.5.0 Pali trivellati ad elica

Per i materiali impiegati valgono le indicazioni riportate..

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove dovranno essere riportati i controlli delle tolleranze (punto 3.2.1) ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo;
- misura dello “slump” (per ogni betoniera o per ogni 10 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- spinta del mandrino, misurata durante l'estrazione della trivella;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso si vengano a riscontrare delle differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Impresa dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali provvedimenti (modifica

del numero e profondità dei pali, esecuzione dei preforni, etc.) che dovranno essere concordati con la Direzione Lavori.

#### 4.4.6.0 Micropali

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di preconfezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati al punto 5.3.1 e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso, dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Il controllo della profondità dei preforni, rispetto alla quota di sottopinto, verrà effettuato in doppio modo:

- a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- b) in base alla lunghezza dell'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinale ad aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico (vedi punto 5.3.1.1) e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata, così come descritto nel punto 2.6 della sezione "gallerie" del presente Capitolato.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo  $3 \text{ g/cm}^3$  il peso specifico assoluto del cemento  $2.65 \text{ g/cm}^3$  quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per  $\text{m}^3$  di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra i mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate

con Kg. 350 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia; quelle per intonaci, con Kg. 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa 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.

## **Art. 35 OPERE METALLICHE**

### **Art. 35.1 Materiali**

I materiali ferrosi dovranno in genere essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Inoltre essi dovranno rispondere a tutte le condizioni contenute nelle norme UNI vigenti e nel D.M. 14/09/05.

La struttura micrografica dei materiali, sottoposti ad analisi chimica, dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina o a mano che possa menomare la sicurezza di impiego.

Le barre ed i profili normali, le lamiere sia piane che striate di qualsiasi forma, dimensione e spessore, dovranno essere di qualità Fe 360 e conformi alle norme UNI EN 10025.

I tubi correnti saranno del tipo non legato qualità Fe 330, conformi alle norme UNI 8863.

Le travi IPE ed HEA saranno di qualità Fe 360 B o qualità Fe 430 e conformi alle norme UNI EN 10025.

I bulloni in acciaio saranno di qualità A-5.8 o A-8.8 e conformi alle norme UNI 3740. L'acciaio per le strutture in acciaio autoprotetto per l'esecuzione di ponti o viadotti saranno di qualità S355JOW (UNI EN 10155).

Eventuali altri materiali ferrosi dovranno corrispondere alle caratteristiche di qualità e di lavorazione precisate in progetto, o stabilite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Per tutti i materiali ferrosi l'Appaltatore ha l'obbligo di consegnare i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso gli stabilimenti fornitori, ogni qualvolta gli venga richiesto dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà anche notificare tempestivamente alla Direzione Lavori la provenienza dei materiali in modo che possa disporre per un primo esame e verifica dei materiali stessi e per le relative prove che ritenesse opportuno eseguire.

### **Art. 35.2 Fabbricazione**

#### **35.2.1 Norme Generali**

I manufatti dovranno essere realizzati in base ai Disegni Esecutivi e seguendo le indicazioni particolari dettate di volta in volta dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà elaborare i disegni costruttivi necessari alla fabbricazione delle opere in ferro e presentarli all'approvazione della Direzione lavori almeno 20 giorni prima di iniziare qualsiasi lavorazione in officina o in cantiere

Le opere saranno preparate in officina utilizzando moderne tecniche di lavorazione e di assemblaggio.

Per le forniture di opere metalliche fabbricate in serie, l'Appaltatore dovrà a richiesta della Direzione Lavori, provvedere a fornire adeguate illustrazioni documentate accompagnate da disegni particolareggiati ed anche campionature che mostrino l'opera finita.

Le opere in ferro dovranno presentare i regoli ben diritti ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per gli elementi incrociati mezzo a mezzo dovranno combaciarsi perfettamente

nel senso che il vuoto di uno dovrà corrispondere al pieno dell'altro senza ineguaglianza e discontinuità.

Le saldature dovranno essere continue e prive di sbavature.

I tagli saranno effettuati con utensili che permettano collegamenti precisi e con angolazioni corrette. I tagli eseguiti alla fiamma di profilati, tubi e lamiere da saldare di testa, sono ammessi purché siano ripassati successivamente con mola o smerigliatrice.

Le superfici degli elementi prefabbricati dovranno essere esenti da spruzzi, scorie di saldature, bave di lavorazione, ecc.

I lembi destinati ad essere saldati in cantiere dovranno essere protetti con inibitori antiruggine ed anticorrosione. Tali prodotti dovranno essere applicati in officina ed essere tali da non costituire un ostacolo per eseguire una corretta saldatura.

Le opere metalliche dovranno essere fabbricate in officina in elementi aventi le dimensioni compatibili con le esigenze di trasporto e di montaggio.

Ogni unità dovrà comprendere tutti gli accessori necessari per l'assemblaggio dei vari elementi, incluso i bulloni e gli ancoraggi di qualsiasi tipo.

I componenti lavorati e le parti premontate in acciaio non zincato dovranno essere protetti almeno con lo strato protettivo di fondo e conservati al riparo dalle intemperie fino all'atto della spedizione.

Tutti i pezzi dovranno essere marcati con il numero di posizione riportato sui disegni di assieme o di dettaglio.

### 35.2.2 Saldature

I saldatori impiegati nella fabbricazione e montaggio saldato delle opere in ferro dovranno essere qualificati ed in possesso di patentino di abilitazione rilasciato da un Istituto o Ente riconosciuto.

Le saldature potranno essere eseguite utilizzando sia il procedimento elettrico manuale che quello automatico ed impiegando elettrodi di classe di qualità 4 B omologati secondo norme UNI 5132. Gli elettrodi, al momento dell'uso, dovranno essere asciutti e ben conservati.

Le sequenze di saldatura dovranno essere eseguite in modo tale da non dar luogo a sforzi o deformazioni anomale alle parti da saldare.

A richiesta della Direzione Lavori, le saldature delle opere metalliche potranno essere sottoposte a prove e controlli radiografici, magnetoscopici o a liquidi penetranti da eseguirsi a carico dell'Appaltatore.

I risultati degli esami radiografici dovranno soddisfare quelli richiesti per il raggruppamento B della norma UNI 7278 tuttavia non saranno accettati difetti di mancanza di penetrazione al cuore (della saldatura).

## Art. 35.3 Prescrizioni Particolari

### 35.3.1 Profilati in Acciaio NP. IPE

I profilati in acciaio NP. IPE impiegati per travature orizzontali in corrispondenza di tirantature, per collegamenti di strutture in calcestruzzo, per la costituzione di armature per calcestruzzo ed opere similari.

I profilati saranno tagliati e lavorati in base ai Disegni Esecutivi e non dovranno essere protetti con vernice.

### 35.3.2 Strutture in Acciaio Autoprotetto



Le strutture in acciaio autoprotetto saranno del tipo a doppio “T” ed impiegate per l’esecuzione di ponti o viadotti.

Tutte le strutture saranno lavorate in officina al fine di permettere il collegamento degli elementi mediante bulloni del tipo aventi protezione a forte zincatura.

#### 35.3.3 Grigliati Carrabili e per Recinzioni

I grigliati saranno costituiti da piatti (longarine) portanti e telaio perimetrale collegati fra loro in modo da una struttura avente capacità portante compresa tra 200 e 1.000 kg/m<sup>2</sup> in funzione delle necessità progettuali.

Il processo di fabbricazione potrà essere del tipo a bordatura con saldatura elettrica ed apporto di materiale tra piatto di bordo e longherine portanti, oppure del tipo a elettrofusione e compenetrazione degli elementi a pressione concentrata nei punti di saldatura.

I grigliati carrabili saranno completi di telai in ferro verniciato, ganci ferma-grigliato, ecc.

I grigliati per recinzioni saranno realizzati con pannelli costituiti da piatti verticali di 25 x 3 mm e correnti orizzontali con diametro di 5 mm. Le piantane saranno in profilati a T di 40 x 5 mm. La maglia sarà di 62 x 132 mm.

#### 35.3.4 Cancelli

I cancelli saranno composti da montanti verticali ad U collegati da elementi diagonali e saranno disposti per lo scorrimento laterale mediante carrelli a doppio cuscinetto nella guida superiore, e guida inferiore fissa o ribaltabile. Le guide saranno posate in opera con zanche o saldati a montanti in ferro.

I cancelli dovranno essere provvisti di serratura di chiusura ed ogni accessorio necessario per un perfetto funzionamento.

#### 35.3.5 Porte in Ferro

Le porte saranno composte in genere da un'intelaiatura in profilati del tipo ferro-finestra ed una tamburatura costituita da una o due lamiere di acciaio.

Le porte potranno essere a uno o più battenti anche con sopra luce, cieche o vetrate con fissavetro in lamierino di ferro sagomato.

I congegni di apertura e chiusura dei serramenti (maniglie, scroccchi, cardini, ecc.) dovranno essere di tipo pesante e tali da assicurare garanzie di buon funzionamento e di durata.

In particolare le porte dovranno inoltre avere:

- cerniere di acciaio inossidabile con spina rivestita in materiale autolubrificante;
- traversi orizzontali di irrigidimento all'altezza delle serrature;
- maniglie in ottone cromo-satinato e in ottone brunito;
- scrocco robusto e serratura tipo Yale o Fiam.

Tutte le giunzioni dovranno essere saldate e successivamente passate con smerigliatrice angolare o assiale.

### Art. 35.4 Installazione

Le opere metalliche saranno installate in base ai dettagli riportati sui Disegni Esecutivi. Le strutture portanti in acciaio per ponti e viadotti saranno assemblate e quindi varate dal basso, con autogrù, o di punta.

Prima del montaggio di ogni opera metallica saranno controllate le superfici di accoppiamento le quali dovranno presentarsi pulite ed esenti di materiali estranei.

Subito prima del montaggio gli alloggiamenti nelle opere murarie dovranno essere accuratamente pulite e soffiate con aria compressa.



- peso specifico  $2,3 \text{ kg/dm}^3$
- residuo secco 70% in peso (dopo la miscelazione)

La vernice di finitura di opere all'interno sarà del tipo a base di clorocaucciù rispondente alle seguenti caratteristiche, con tolleranza del 5%:

- peso specifico  $1,25 \text{ kg/dm}^3$
- residuo secco 58% in peso (dopo la miscelazione)

La vernice per la finitura delle opere in ferro zincate a caldo sarà a base di resine epossidiche e alluminio specificatamente formulata per applicazioni su superfici zincate. Ove necessario prima della applicazione del rivestimento di finitura dovrà essere applicato un primer ancorante specificatamente formulato per superfici zincate a caldo.

L'Appaltatore potrà effettuare cicli di verniciatura equivalenti purché siano approvati dalla Direzione Lavori.

I materiali dovranno pervenire sul luogo di impiego in recipienti originali chiusi, recanti leggibile il nome della ditta produttrice, la marca e la quantità del prodotto.

I recipienti dovranno essere immagazzinati in ambienti idonei, evitando locali a temperatura inferiore a  $10^\circ\text{C}$  e quelli in cui l'escursione della temperatura sia tale da compromettere la buona conservazione dei materiali stessi.

#### c. Applicazione delle Vernici

Le vernici potranno essere applicate a spruzzo, airless o a pennello con l'eccezione del fondo zincante che deve essere sempre applicato a spruzzo.

Sia per le opere all'aperto che per le opere all'interno il ciclo di verniciatura consisterà in una mano di fondo ed almeno due mani di finitura.

Ciascuna mano dovrà coprire totalmente quella precedente. Le successive mani della vernice dovranno essere applicate, qualora non altrimenti disposto, con intervallo non inferiore a 24 ore l'una dall'altra e semprechè la mano sottostante risulti perfettamente essiccata.

L'applicazione delle vernici non potrà essere eseguita in presenza di pioggia, vento, neve, nebbia, polvere, o quando nell'aria siano presenti sostanze dannose. Si potrà procedere all'applicazione soltanto se esistono tutte le condizioni seguenti, salvo diversa specifica autorizzazione della Direzione Lavori:

temperatura ambientale superiore a  $+ 10^\circ\text{C}$ ;  
temperatura del supporto superiore a  $+ 5^\circ\text{C}$ ;  
umidità relativa inferiore od uguale all'85%.

I componenti delle vernici dovranno essere sempre accuratamente e completamente mescolati con agitatore meccanico fino ad ottenere una consistenza uniforme e senza inclusioni d'aria. Se costituiti da due o più componenti, questi verranno mescolati fra loro con molta cura e per il tempo necessario per raggiungere la completa omogeneità.

Le superfici in ferro sabbiato o brossate, dovranno venire ricoperte non appena possibile con una mano di fondo, comunque non oltre quattro ore dal termine della preparazione.

Ogni strato di vernice dovrà essere steso in modo da ottenere possibilmente un film continuo a spessore uniforme e privo di porosità.

#### d. Spessori

Lo spessore minimo totale dei cicli a film secco (zincante inorganico e mani di vernice), con una tolleranza del 5%, misurato con strumenti di tipo ottico o elettromagnetico sarà il seguente:

Verniciatura di opere all'aperto: 170 micron;  
Verniciatura di opere all'interno: 140 micron.

Lo spessore della verniciatura per la finitura delle opere in ferro zincate sarà di 70 micron minimo.

## Art. 35.6 Misurazione e Valutazione dei Lavori

### 35.6.1 Misurazione

Le opere metalliche saranno contabilizzate in base al peso o all'area approvati dalla Direzione Lavori.

### 35.6.2 Valutazione dei Lavori

Le opere metalliche saranno valutate in base ai prezzi d'Elenco per chilogrammo o per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, la fabbricazione, gli sfridi di lavorazione, la zincatura ove richiesta, la verniciatura, gli accessori d'uso, i bulloni e tasselli di fissaggio, il montaggio e la posa in opera, le malte per il bloccaggio, l'assistenza muraria all'installazione, gli eventuali ponteggi ed impalcati.

## **Art. 36 BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA**

### Art. 36.1 Normativa di Riferimento e Classificazione delle Barriere

Le barriere stradali di sicurezza, sia rette che curve, saranno del tipo a profilo metallico a lame aventi caratteristiche prestazionali minime corrispondenti a quelle della classe specificata, e conformi:

- al D.M. 18/02/92 n° 223 e successivi aggiornamenti, integrazioni e modificazioni con D.M. 03/06/98 e D.M. 11/06/99 e D.M. n. 2367 del 21/06/2004;
- alle Circolari n. 3065 del 25/08/2004, n. 3533 del 20/09/2005, n. 104862 del 15/11/2007 e n. 62032 del 21/07/2010;
- al D.M. 28/06/2011 – Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta;
- alle Norme UNI – EN 1317.

Le barriere si distinguono in funzione della loro resistenza e della loro posizione sulla sede stradale nei seguenti tipi.

- a) Barriere centrali da spartitraffico;
- b) Barriere laterali, in rilevato o scavo;
- c) Barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, etc.;
- d) Barriere o dispositivi per punti singolari quali attenuatori d'urto, letti di arresto o simili, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, per ostacoli fissi, per zone terminali e/o di interscambio e simili.

Le barriere di cui ai punti a), b), c) e d) di cui sopra si classificano, in relazione al livello di contenimento che è definito con le CLASSI N1, N2, H1, H2, H3 e H4.

Le barriere di cui al punto d) impiegate per punti singolari, quali zone di approccio ad opere d'arte e terminali di barriere o simili, non sono sempre classificabili in base al livello di contenimento specifico ed il loro impiego sarà curato dal tecnico progettista o dal Direttore Lavori.

Le barriere che l'Appaltatore dovrà installare appartengono alle classi elencate nella seguente tabella:

| <b>Classe</b> | <b>Impiego</b>   | <b>Peso Complessivo Struttura (kg)</b> |
|---------------|--|--|
| H2 (Ex B1)    | Per bordo laterale da installare su corpo stradale in rilevato/trincea | ≥ 36.00                                |
| H2 (Ex B1)    | Per bordo ponte da installare su manufatto                             | ≥ 54.00                                |

## Art. 36.2 Conformità delle Barriere

Le barriere di sicurezza stradale dovranno essere conformi ai “Certificati di Omologazione” che dovranno essere emessi dalla Ditta produttrice e sottoscritta dal suo Direttore Tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti prescritti nelle normative vigenti per i vari tipi di barriere.

Potranno essere sottoposte all’approvazione della Direzione Lavori barriere che abbiano superato con esito positivo le prove di cui alla norma EN 1317.

Ai fini della produzione ed accettazione delle barriere di sicurezza, i loro materiali componenti dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti parimenti dovranno essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera od in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione nella quale il Direttore Tecnico della Ditta installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato di omologazione".

Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

## Art. 36.3 Qualità dei Materiali

### 36.3.1 Caratteristiche dell'Acciaio

L'acciaio impiegato per le barriere ed i parapetti dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR (ex Fe 430 B UNI 7070), ad eccezione dei nastri a tre onde che dovranno essere costruiti con acciaio di qualità UNI EN 10025 - S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070).

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

### 36.3.2 Caratteristiche della Rete e dei Fili Metallici.

La rete sarà realizzata con fili di acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mm<sup>2</sup> mentre i fili di legatura in acciaio dolce sempre del tipo UNI 3598/54.

### 36.3.3 Tolleranze Dimensionali.

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze di spessore, la Stazione Appaltante riterrà validi i valori riportati nella tabella seguente.

| <b>SPESSORE NOMINALE DEI MANUFATTI</b> | <b>TOLLERANZE ACCETTABILI (IN DIFETTO)</b> |
|--|--|
| Fino a 3.50 mm                         | - 0.05 mm                                  |
| 3.50 ÷ 7.00 mm                         | - 0.10 mm                                  |
| Oltre 7.00 mm                          | - 0.15 mm                                  |

### 36.3.4 Fabbricazione

#### a. Unioni bullonate

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI 3740. b. Unioni saldate

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011/88.

In particolare l'Appaltatore, qualora non espressamente descritto nei disegni di progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

### 36.3.5 Zincatura

#### a. Profilati a Freddo

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme CNR-CEI num. 7-6 / VII 1968.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nella tabella seguente.

| CLASS<br>E | DESCRIZIONE<br>DEI<br>MATERIALI<br>(mm)<br>(nominali)  | Massa minima dello<br>strato di zinco per unità<br>di superficie (g/mq) |                                  | Spessore dello strato di<br>zinco per unità di<br>superficie<br>(μml) |                                  |
|------------|--|---|----------------------------------|---|----------------------------------|
|            |  | Media sui<br>campioni<br>esaminati                                      | Minima su<br>campione<br>singolo | Media sui<br>campioni<br>esaminati                                    | Minima su<br>campione<br>singolo |
| B          | Nastri e lamiere<br>anche<br>precedentemente<br>saldati e oggetti<br>in acciaio aventi<br>3.00 mm o più di<br>spessore | 600   | 550                              | 86  | 78                               |
| C          | Nastri e lamiere<br>anche<br>precedentemente<br>saldati e oggetti<br>in acciaio con<br>spessore inferiore<br>a 3.00 mm | 400   | 350                              | 57  | 50                               |
| D          | Minuteria<br>metallica, come<br>ganci, viti, dadi,<br>rondelle, piastrine,<br>tirafondi e<br>bulloneria in<br>genere   | 400   | 350                              | 57  | 50                               |

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99.95 UNI 2013/74. b. Rete e  
Fili Metallici

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante) delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 gr/mq.

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99.95 UNI 2013/74, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. La percentuale di alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

#### Art. 36.4 Prove sui Materiali.

##### 36.4.1 Prove Relative alle Caratteristiche dell'Acciaio e Bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore il serraggio dei dadi con chiave dinamometria tarata a 10 daNm.

Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992. In particolare verrà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze di anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

Potrà inoltre essere effettuata una verifica in laboratorio, che prevede il controllo manuale mediante ultrasuoni secondo le Norme UNI 8387/84, oppure un controllo mediante liquidi penetranti secondo le Norme UNI 7679/77.

##### 36.4.2 Prove Relative alle Caratteristiche dei Rivestimenti Anticorrosivi.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI num. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le Norme UNI 5743/66).
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

La rete sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO<sub>2</sub> per un volume totale della camera di 300 lt, corrispondente ad una concentrazione dello 0.33%).

I relativi provini verranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 ore, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 ore, i campioni verranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H<sub>2</sub>O + SO<sub>2</sub>; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

#### Art. 36.5 Accettazione dei Materiali

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata dalle norme descritte nel precedente articolo "Prove sui Materiali".

L'Appaltatore dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici num. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

Per ogni partita di materiale impiegato, l'Appaltatore dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali verrà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, almeno una volta nel corso dell'appalto.

Di norma le campionature verranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti di barriera o di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore.

Per partite di quantità inferiore ai minimi sotto riportati, in assenza di specifiche indicazioni progettuali, le campionature verranno eseguite a discrezione della Direzione Lavori.

#### Art. 36.6 Frequenze delle Prove

a) Prove relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria

Barriere di sicurezza: - un prelievo per ogni 1.000 ml di impianto; Protezione su opere d'arte: - un prelievo per ogni 500 ml di impianto.

b) Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi (zincatura) Barriere di sicurezza: - un prelievo per ogni 500 ml di impianto;

Protezione su opere d'arte: - un prelievo per ogni 500 ml di impianto.

Le campionature dovranno essere inviate, a cura e spese dell'Appaltatore, al laboratorio autorizzato indicato dalla Direzione Lavori.

Per irregolarità relative alla qualità dell'acciaio, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Appaltatore sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

Per irregolarità relative alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici, che comunque non concorra a compromettere la resistenza degli impianti, si procederà all'applicazione delle penali di cui alla tabella seguente.

| <b>Variazione percentuale di quantità o qualità anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto</b> | <b>Sanzione percentuale a applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma</b> |
|--|--|
| Fino al 10% in meno  | 10%  |
| Dal 10% al 20% in meno   | 15%  |
| Oltre il 20% in meno   | Sostituzione dei materiali in difetto  |

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

#### Art. 36.7 Posa in Opera

Le barriere di sicurezza stradali saranno installate seguendo strettamente le istruzioni fornite dal produttore dei materiali ed i Disegni Esecutivi.



Le giunzioni tra le fasce saranno effettuate in modo da non presentare risalti rivolti in senso contrario alla marcia dei veicoli; la barriera dovrà essere identificabile con la punzonatura a secco di ogni singolo elemento, con il nome del produttore, la classe d'appartenenza e le relative sigle (tipo e numero progressivo).

Le barriere saranno complete di idonei distanziatori o sistemi a dissipazione controllata di energia.

## Art. 36.8 Misurazione e Valutazione dei Lavori

### 36.8.1 Misurazione

Le barriere stradali di sicurezza saranno contabilizzate in base alla lunghezza approvata dalla Direzione Lavori.

### 36.8.2 Valutazione dei Lavori

Le barriere stradali di sicurezza saranno valutate in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, ed in particolare: la fornitura di tutti i materiali (profili metallici, dispositivi rifrangenti, pezzi speciali, collegamenti alle barriere esistenti, bullonatura, terminali ecc.), il trasporto, la posa in opera, gli accessori, lo scavo ed il calcestruzzo per il bloccaggio delle piantane.

## **Art. 37 BARRIERE ANTIRUMORE**

### Art. 37.1 Generalità

Le barriere antirumore saranno costituite da montanti metallici e da pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato con strato fonoassorbente in calcestruzzo alleggerito.

Le barriere saranno ancorate ad un cordolo di base in calcestruzzo armato avente la sezione specificata.

Le barriere dovranno essere omologate ai sensi del D.M. 03.06.1998. Potranno essere sottoposte all'approvazione della Direzione Lavori barriere che abbiano superato con esito positivo le prove di cui alla norma EN 1317.

### Art. 37.2 Materiali

I montanti metallici, con la sezione indicate sui Disegni di Progetto, saranno realizzati in acciaio del tipo Fe 360B, zincati a caldo per immersione con quantità di zinco non inferiore a 60 micron, previo ciclo di sabbiatura SA 21/2 o decapaggio chimico, e successivamente protetti da mano di fondo a base di pittura epossidica al fosfato di zinco e una mano di copertura a base di pittura poliuretanica per uno spessore minimo locale di protezione globale comprensivo di zincatura non inferiore a 180 micron.

I pannelli prefabbricati saranno costituiti con uno strato con funzione portante in calcestruzzo armato vibrato di classe Rbk  $\geq 30$  N/mm<sup>2</sup>, spessore minimo di 8.00 cm, e da uno strato fonoassorbente in calcestruzzo alleggerito, con disegno a greche o similari, di spessore minimo non inferiore a 4.00 cm e cavità di profondità non inferiore a 8.00 cm, realizzato al 100% con argilla espansa di massa volumica in mucchio compresa tra 350 e 600 kg/m<sup>3</sup>.

A richiesta della Direzione Lavori lo strato fonoassorbente potrà essere colorato con l'impiego di pigmenti di ossidi di ferro o analoga classe di costo da mescolare all'impasto cementizio.

L'isolamento dei giunti fra i pannelli e fra i pannelli ed i montanti sarà realizzato con guarnizioni in EPDM.

I bulloni e gli accessori metallici di fissaggio dei pannelli, saranno di acciaio zincato a caldo oppure in acciaio inossidabile.

### Art. 37.3 Posa in Opera

Le barriere antirumore saranno installate su un cordolo di ancoraggio costituito da calcestruzzo della classe R'ck 300 avente una sezione di 70 x 100 cm. Il cordolo sarà armato con ferro tondo ad aderenza migliorata B450C in quantità fino a 10 kg per metro lineare.

L'Appaltatore dovrà provvedere anche allo scavo in qualsiasi terreno, al trasporto a discarica del materiale di risulta ed all'eventuale rinterro per l'esecuzione del cordolo di ancoraggio.

Le barriere antirumore saranno installate seguendo strettamente le istruzioni scritte fornite dal produttore dei materiali ed i Disegni Esecutivi.

### Art. 37.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 37.4.1 Misurazione

Le barriere antirumore saranno contabilizzate in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

#### 37.4.2 Valutazione dei Lavori

Le barriere antirumore saranno valutate in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte con esclusione del cordolo di ancoraggio in calcestruzzo, ed in particolare: la fornitura di tutti i materiali e la posa in opera.

Il cordolo di ancoraggio in calcestruzzo (incluso il relativo scavo, le casseforme ed il ferro di rinforzo), sarà contabilizzato in base al prezzo d'Elenco per metro lineare.

## **Art. 38 RIVESTIMENTO DI PARETI ROCCIOSE CON RETE METALLICA E FUNI**

### Art. 38.1 Generalità

Le pareti verticali o sub-verticali costituite da roccia non massiva da cui potrebbero staccarsi frammenti che potrebbero cadere sulla sede stradale, saranno rivestite con reti metalliche e funi ancorate in forma sistematica.

### Art. 38.2 Materiali

#### 38.2.1 Rete Metallica

La rete metallica dovrà essere a doppia torsione con maglia esagonale avente dimensione cm 8 x 10 in accordo con le norme UNI 8018, tessuta con un trafilato in ferro (conforme alle UNI 3598), avente diametro 3 mm a forte zincatura, conforme a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LL.PP. n. 2078 del 28/08/62 vigente in materia.

La rete dovrà avere il perimetro rinforzato con filo di diametro pari a 5 mm e dovrà avere maglie uniformi.

Prima della messa in opera della rete e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato dalla Ditta che ha fabbricato i manufatti metallici, redatto a norma della sopra menzionata circolare del Ministero LL.PP.

La Direzione Lavori procederà quindi al prelievo di campioni ed ai collaudi della zincatura, sia dei fili della rete che del filo per le cuciture secondo le norme previste dalla succitata circolare.

### 38.2.2 Funi Metalliche

Le funi metalliche saranno del tipo zincato a formazione "SEALE" con anima in acciaio, conforme alla norma UNI 7294 e successive modificazioni ed integrazioni. Il diametro delle funi varierà da 14 a 18 mm.

Tutti gli accessori delle funi saranno protetti con forte zincatura.

### Art. 38.3 Approvazione

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori, almeno 30 giorni prima di eseguire ogni protezione, i Disegni Costruttivi, del rivestimento con rete metallica sui quali saranno definiti gli ancoraggi ed il diametro delle eventuali funi.

### Art. 38.4 Preparazione della Superficie

Prima della messa in opera della rete, la superficie di copertura dovrà essere opportunamente disaggiata.

Il disaggio consisterà nella rimozione di tutti gli elementi che si presentano smossi o non ben ancorati alla massa rocciosa a causa di giunti aperti, grosse fessure o spaccature.

L'Appaltatore dovrà eseguire il disaggio utilizzando barre di ferro, piccole cariche di esplosivo ed eventualmente anche demolitori pneumatici manuali.

Dopo il disaggio le superfici dovranno presentarsi ragionevolmente prive di parti instabili e grossi cumuli di detriti.

### Art. 38.5 Posa in Opera

#### 38.5.1 Rete Metallica

I teli di rete, una volta stesi lungo la scarpata, dovranno essere collegati tra loro con idonee cuciture eseguite con filo avente le stesse caratteristiche di quello costituente la rete e di uguale diametro o con punti metallici meccanizzati a forte zincatura con diametro 3,00 mm.

Il rivestimento dovrà quindi essere fissato alla parete rocciosa mediante bulloni aventi una lunghezza non inferiore a 1.0 m il cui numero sarà in funzione delle reali esigenze delle superficie da proteggere e comunque mai inferiore a 1 ogni 6 mq.

I bulloni avranno un diametro minimo di 20 mm e saranno inghisati con malta a base di cemento in fori del diametro di circa 40 mm.

I bulloni saranno eseguiti come specificato nell'Articolo 11 del presente volume.

Alla sommità della scarpata la rete dovrà essere saldamente ancorata per tutta la sua ampiezza, risvoltando le estremità dei rotoli di rete e fissando il tutto in forma da resistere ai carichi più avversi.

Se necessario saranno impiegati anche tasselli ausiliari, fissati direttamente alla roccia con sistemi ad espansione o con opportune cartucce in resina, scelti in funzione della natura del terreno in sito e delle esigenze costruttive.

Le legature saranno eseguite mediante morsetti zincati fili di ferro a forte zincatura aventi un diametro non inferiore a 2.5 mm.

La sistemazione della rete al piede della parete dovrà essere tale da potere sempre consentire la rimozione dei detriti che potrebbero accumularsi sul fondo.

#### 38.5.2 Funi di Acciaio Zincato

La rete verrà collegata e rinforzata con funi a trefoli di acciaio zincato in modo tale da conferire al rivestimento la necessaria robustezza.

Ove necessario le funi dovranno essere installate in forma sistematica in modo da formare una maglia di rinforzo variabile da 4 a 8 mq in funzione delle reali necessità di rinforzo.

Le funi saranno ancorate mediante morsetti, redance ed altri accessori necessari per eseguire la loro tesatura ed il fissaggio agli ancoraggi.

#### Art. 38.6 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 38.6.1 Misurazione

Il rivestimento di pareti con rete metallica sarà contabilizzato in base all'area reale approvata dalla Direzione Lavori.

##### 38.6.2 Valutazione dei Lavori

Il rivestimento di pareti con rete metallica sarà valutato in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: il disgaggio delle superfici, la fornitura di tutti i materiali, la posa in opera, i bulloni di ancoraggio con lunghezza di 1,00 m e gli eventuali ponteggi ed impalcati a qualsiasi altezza.

Gli eventuali bulloni di ancoraggio aventi una lunghezza superiore a 1,00 m posati per tutta o per una sola parte dell'area rivestita, saranno compensati con il sovrapprezzo previsto nell'Elenco Prezzi.

### **Art. 39 MURATURE E RIVESTIMENTI IN PIETrame**

#### Art. 39.1 Materiali

##### 39.1.1 Pietrame

Il pietrame da impiegarsi per murature e rivestimenti, dovrà essere non gelivo, duro e resistente all'azione chimica ed abrasiva degli agenti atmosferici, a grana compatta, di alto peso specifico, esente da piani di sfaldamento, senza screpolature, venature e interclusioni di sostanze estranee e dovrà corrispondere alle norme vigenti in merito.

Le murature di pietrame con e senza malta dovranno essere eseguite con scapoli di cava aventi le maggiori dimensioni possibili e ad ogni modo non inferiori a 30 x 25 x 20 cm.

Il pietrame per il rivestimento di opere murarie sarà costituito da elementi tagliati e sbozzati e lavorati ad opera incerta. Le pietre avranno dimensioni di circa 30-40 cm in senso orizzontale, 20-25 cm in senso verticale e profondità rispondente allo spessore del rivestimento da eseguire.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere pulite di qualsiasi materiale che impedisca la buona aderenza della malta e ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, anche adeguatamente lavate.

##### 39.1.2 Acqua , Cemento e Sabbia

L'acqua, il cemento e la sabbia per la malta saranno rispondenti ai requisiti specificati nei Paragrafi 21.4.1, 21.4.3, 21.4.2 del presente volume.

#### Art. 39.2 Muratura di Pietrame a Secco

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre aventi forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo tale che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso.

La sommità delle murature in pietrame a secco potrà essere legata con una copertina di calcestruzzo avente le dimensioni riportate nei Disegni Esecutivi.

### Art. 39.3 Muratura in Pietrame con Malta

#### 39.3.1 Malta

La malta per murature in pietrame dovrà essere composta da una miscela di cemento, sabbia ed acqua nelle seguenti quantità:

Cemento classe 32.5 N: 500 kg per m<sup>3</sup> d'impasto;

Acqua: quantità necessaria per ottenere un impasto facilmente lavorabile.

Gli ingredienti della malta saranno mescolati in betoniera per almeno 4 minuti allorché tutti i materiali saranno stati versati nel cilindro del mezzo meccanico.

#### 39.3.2 Esecuzione della Muratura

Tanto nel caso in cui le facce viste della muratura non debbano avere alcuna speciale lavorazione, quanto nel caso delle facce contro terra, verranno impiegate, per le medesime, pietre delle maggiori dimensioni possibili con le facce esterne piane e regolari, disponendole di punta per il miglior collegamento con la parte interna del muro.

La muratura dovrà essere eseguita a corsi piani estesi a tutta la grossezza del muro saldando le pietre col martello, rinzeppandole diligentemente con scaglie e con abbondante malta sicché ogni pietra resti avvolta dalla malta e non rimanga alcun vano od interstizio.

I muri si eleveranno a strati orizzontali (da 20 a 40 centimetri di altezza), disponendo le pietre in modo da evitare la corrispondenza delle connessioni verticali fra due corsi orizzontali consecutivi.

Il nucleo della muratura di pietrame deve essere sempre costruito contemporaneamente agli strati esterni.

Le cinture ed i corsi di spianamento, da intercalarsi a conveniente altezza nella muratura ordinaria di pietrame, devono essere costruite con scelti scapoli di cava lavorati alla grossa punta riquadrati e spianati non solo nelle facce viste ma altresì nelle facce di posa e di combaciamento, ovvero essere formate con mattoni o con cordoni di calcestruzzo.

L'uso delle scaglie, sarà limitato a quanto serve per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

Ove richiesto dovranno essere eseguite anche opportune feritoie a forma rettangolare e regolarmente disposte anche in più ordini per lo scolo delle acque.

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo i Disegni di Progetto o le istruzioni della Direzione Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- Con pietra rasa e testa scoperta (ad opus incertum);
- A mosaico greggio;
- Con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- Con pietra squadrata a corsi regolari;
- Accoltellato di coronamento di qualsiasi spessore.

Le connessioni delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate allorché la malta avrà fatto convenientemente presa.

Se richiesto dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione.

#### Art. 39.4 Rivestimento di Opere Murarie con Pietrame

##### 39.4.1 Generalità

I rivestimenti in pietrame potranno essere effettuati per murature in calcestruzzo, palificate con pali di grande diametro, paratie berlinesi ed opere similari.

##### 39.4.2 Malta

La malta per il riempimento degli interstizi delle pietre e per la stilatura dei giunti, sarà composta da sabbia, cemento della classe 32.5 N ed acqua, mescolati in betoniera per almeno 4 minuti.

Il dosaggio di cemento non sarà inferiore a 600 kg per metro cubo d'impasto.

##### 39.4.3 Esecuzione dei Rivestimenti

Le superfici da rivestire saranno lavate con getto d'acqua in pressione al fine di rimuovere eventuali parti sciolte ed altri materiali estranei che potrebbero impedire un buon aggrappaggio della malta di posa. Se necessario le superfici saranno adeguatamente scalpellate al fine di ravvivare il conglomerato cementizio od asportare materie non idonee al fondo.

Il pietrame sarà collocato sulla faccia vista con lo spessore richiesto dopo la perfetta pulizia della superficie applicando abbondante malta man mano che il rivestimento procede.

Il collegamento del rivestimento alle strutture dovrà essere ottenuto mediante zanche di ferro oppure barrette di ferro tondo da posare durante la costruzione delle strutture stesse. Le zanche e le barrette dovranno avere dimensioni ed intensità tali da assicurare una sicura stabilità del rivestimento.

Il sistema di collegamento tra le strutture da rivestire ed il rivestimento dovrà essere sottoposto dall'Appaltatore alla Direzione lavori per l'approvazione prima di iniziare i lavori di rivestimento.

Le pietre saranno collocate in opera a corsi regolari ed il più possibile estesi provvedendo a saldare e rinzeppare diligentemente le stesse con abbondante malta. Nelle connessure esterne non dovranno essere usate scaglie.

La finitura a vista dei rivestimenti sarà quelle convenzionalmente definita "*ad opera incerta*".

Le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate allorché la malta avrà fatto convenientemente presa.

La stuccatura dovrà essere ottenuta anzitutto raschiando le connessure prima che la malta abbia raggiunto l'indurimento fino a conveniente profondità per purgarle della malta in eccesso, e lavandole con acqua e quindi riempiendo le connessure stesse con nuova malta, curando che questa penetri il più possibile, comprimendola e allo stesso tempo lisciandola con apposito attrezzo.

A lavoro finito, il contorno dei conci sui fronti del paramento, dovrà risultare netto e senza sbavature. Eventuali eccessi di malta sulla superficie delle pietre all'esterno delle sconnessioni, dovranno essere rimosse mediante lavaggio ad acqua prima che essi facciano presa.

Le feritoie attraverso i rivestimenti saranno eseguite come specificato precedentemente per le murature in pietrame.

#### Art. 39.5 Rivestimento di Platee, Cunette e Fossi con Pietrame

##### 39.5.1 Generalità

I rivestimenti in pietrame potranno essere effettuati per platee, cunette, fossi di guardia ed opere similari.

I rivestimenti in pietrame avranno uno spessore minimo di 15 cm escluso lo spessore della malta di fondo.

#### 39.5.2 Malta

La malta per il fondo ed il riempimento degli interstizi delle pietre, sarà composta da sabbia, cemento della classe 32.5 N ed acqua, mescolati in betoniera per almeno 4 minuti.

Il dosaggio di cemento non sarà inferiore a 500 kg per metro cubo d'impasto.

#### 39.5.3 Esecuzione dei Rivestimenti

Le superfici da rivestire saranno adeguatamente preparate compattando il terreno e rimuovendo eventuali parti sciolte ed altri materiali estranei che potrebbero impedire un fondo di posa stabile.

Le superfici di murature esistenti o di scavi in roccia saranno lavate con getto d'acqua in pressione. Se necessario le superfici in calcestruzzo saranno adeguatamente scalpellate al fine di ravvivarle ed asportare materie tenaci non idonee al fondo.

Le pietre dovranno avere un fondo composto da abbondante malta per uno spessore minimo di 4 cm se posate su calcestruzzo o roccia e di 8 cm se posate su terreni.

Le pietre saranno collocate in opera in forma regolare provvedendo a saldare e rinzeppare diligentemente le stesse con abbondante malta. Nelle connessure esterne non dovranno essere usate scaglie.

Le connessure della faccia esposta dovranno essere accuratamente stuccate durante la posa delle pietre e prima che la malta abbia fatto presa.

### Art. 39.6 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 39.6.1 Murature in Pietrame

##### a. Misurazione

Le murature in pietrame saranno contabilizzate in base al volume approvato dalla Direzione Lavori.

Il volume relativo ad eventuali feritoie per lo scarico dell'acqua non sarà dedotto.

##### b. Valutazione dei Lavori

La muratura in pietrame sarà valutata in base ai prezzi d'Elenco per metro cubo.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura dei materiali, la malta, la costruzione, la formazione di giunti di dilatazione, la formazione dei fori di drenaggio, la stilatura delle connessure, i ponteggi ed impalcati a qualsiasi altezza.

#### 39.6.2 Rivestimenti con Pietrame

##### a. Misurazione

I rivestimenti con pietrame saranno contabilizzati in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

L'area relativa ad eventuali feritoie per lo scarico dell'acqua non sarà dedotta.

##### b. Valutazione dei Lavori

I rivestimenti con pietrame saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura

dei materiali, la malta, la costruzione, la formazione di giunti di dilatazione, le zanche di fissaggio, la formazione dei fori di drenaggio, la stilatura delle connessioni, i ponteggi ed impalcati a qualsiasi altezza.

## Art. 40 PARAMASSI IN RETE DI FUNI D'ACCIAIO

### Art. 40.1 Normativa di Riferimento

Per il dimensionamento degli elementi resistenti si fa riferimento alla seguente normativa:

- D.M. 17/01/2018 – “Norme tecniche per le costruzioni”
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 – “Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»

Si sono inoltre seguite le indicazioni fornite da test specializzati quali:

- A.I.C.A.P. - Ancoraggi nei terreni e nelle rocce: raccomandazioni

Il calcolo e la verifica degli elementi costruttivi devono essere condotti secondo gli usuali metodi della Scienza delle Costruzioni.

Tenuto conto delle caratteristiche prestazionali delle strutture delle barriere paramassi, le verifiche devono essere eseguite allo stato limite ultimo.

### Art. 40.2 Caratteristiche dei materiali

I materiali utilizzati devono soddisfare alle caratteristiche fisico-meccaniche impartite dalle normative vigenti ed indicate nei riferimenti del paragrafo precedente.

Si riportano in questa sede, per semplicità, le sole caratteristiche di resistenza dei materiali:

#### Acciaio per barre B450C

|   |  |
|---|--|
| Tensione caratteristica a rottura dell'acciaio                            | $f_{tks} = 5400 \text{ daN/cm}^2$      |
| Tensione caratteristica a snervamento dell'acciaio                        | $f_{yks} = 4385 \text{ daN/cm}^2$      |
| coefficiente di sicurezza   | $\alpha_s = 1,15$                      |
| resistenza di calcolo dell'acciaio $= f_{yk} / \alpha_s =$                | $f_{yds} = 3813 \text{ daN/cm}^2$      |
| resistenza di calcolo di taglio acciaio $= f_{yks} / \sqrt{3} \alpha_M =$ | $f_{vds} = 2201 \text{ daN/cm}^2$      |
| modulo elastico dell'acciaio  | $E = 2,06 \cdot 10^6 \text{ daN/cm}^2$ |

#### Acciaio per funi spiroidale (classe 1570 N/mm<sup>2</sup>)

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Carico rottura minimo per diametro nominale $\alpha_{20}$ | $T_{\alpha_{20}} = 322,0 \text{ kN}$ |
|---|--------------------------------------|

#### Miscela cementizia per iniezioni Rck 30 MPa (Classe C25/30)

|  |   |
|--|---|
| confezionata con cemento tipo 325 o sup, utilizzo di additivo antiritiro, metodo iniezione IGU |   |
| Resistenza cubica a compressione caratteristica  | $R_{ck} = 300,0 \text{ daN/cm}^2$                     |
| Resistenza monoassiale per carichi di breve durata   | $f_{ck} = 249,0 \text{ daN/cm}^2 = 0,83 \cdot R_{ck}$ |
| Coefficiente di sicurezza  | $\alpha_m = 1,50$                                     |
| Coefficiente di sicurezza per carico per lunga durata  | $\alpha_{cc} = 0,85$                                  |
| Resistenza di calcolo a compressione   | $f_{cd} = 141,1 \text{ daN/cm}^2$                     |
| Resistenza caratteristica di aderenza  | $f_{bk} = 40,3 \text{ daN/cm}^2$                      |
| Resistenza di calcolo di aderenza  | $f_{bd} = 26,9 \text{ daN/cm}^2$                      |

#### Caratteristiche di progetto del terreno\*

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Resistenza di calcolo aderenza malta – terreno sciolto | $t_{ds} = 2,50 \text{ daN/cm}^2$ |
| Resistenza di calcolo aderenza malta – roccia          | $t_{ds} = 5,00 \text{ daN/cm}^2$ |

\* Le resistenze di calcolo delle aderenze malta-terreno sono da intendersi, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, già al netto del valore del coefficiente parziale  $\alpha_M$  specificato nella Tab. 6.2.II del D.M. 17/01/2018.

Secondo quanto previsto dalle Norme tecniche D.M. 17/01/2018 (art. 6.6 e seguenti) la verifica di sicurezza agli stati limite ultimi degli ancoraggi sono stati condotti utilizzando nel calcolo l'Approccio 2, con il set di coefficienti parziali (A1+M1+R3), tenuto conto che, in tale combinazione, il coefficiente parziale per la resistenza di ancoraggi di tipo permanente vale  $\alpha_{Ra,p} = 1,20$ .

Per quanto riguarda invece la verifica di sicurezza dei pali, secondo le Norme tecniche D.M. 17/01/2018 (art.



6.4.3 e seguenti), si utilizzerà l'Approccio 1 – Combinazione 2, con il set di coefficienti parziali (A2+M2+R2), tenuto conto che il coefficiente parziale per la resistenza dei pali viene assunto pari a  $\gamma_R = 1,60$  (pali trivellati).

Nel corso del calcolo, pertanto, saranno determinati dei coefficienti di sicurezza che andranno confrontati con quelli previsti dai suddetti approcci.

## **Art. 41 TUBI, POZZETTI E CHIUSINI**

### **Art. 41.1 Tubi di Cemento**

#### **41.1.1 Manufatti**

I tubi in cemento potranno essere del tipo semplice con giunto a maschio e femmina oppure del tipo con giunto a bicchiere.

I tubi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante rispondente alle seguenti caratteristiche:

- Classe di resistenza non inferiore a 25 MPa per quelli con giunto a maschio e femmina e non inferiore a 35 MPa per quelli con giunto a bicchiere;
- Spessore uniforme e sezione perfettamente circolare;
- Superfici interne lisce e prive di irregolarità.

Sia i tubi con giunto a maschio e femmina che i tubi con giunto a bicchiere potranno avere un'armatura di rinforzo a spire posta al centro dello spessore.

Lo spessore e l'armatura dei tubi saranno conformi ai seguenti valori:

| <b>Diametro Interno<br/>(cm)</b> | <b>Spessore Minimo<br/>(mm)</b> |                    | <b>Peso Armatura<br/>(kg/m) minimo</b> |
|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|--|
|                                  | <b>Tubi non Armati</b>          | <b>Tubi Armati</b> |  |
| 20                               | 30                              | 40                 | ----                                   |
| 30                               | 35                              | 50                 | 3.1                                    |
| 40                               | 45                              | 55                 | 4.1                                    |
| 50                               | 50                              | 60                 | 4.7                                    |
| 60                               | 60                              | 70                 | 5.8                                    |
| 80                               | 70                              | 85                 | 6.6                                    |
| 100                              | 80                              | 95                 | 8.3                                    |

#### **41.1.2 Posa in Opera**

##### **a. Tubi con Giunto a Maschio e Femmina**

I tubi di cemento con giunto a maschio e femmina saranno posati in opera, alle livellette e piani stabiliti, su di una platea di calcestruzzo magro della Classe 25/15, avente spessore non inferiore a cm 20.

I giunti dovranno essere coperti con un cordone di malta avente una sezione di circa 20 x 10 cm e composta da sabbia e cemento nella quantità di 600 kg/m<sup>3</sup> d'impasto.

La superficie su cui gettare la platea sarà uniforme ,priva da elementi estranei ed adeguatamente compattata.

##### **a. Tubi con Giunto a Bicchiere**

I tubi di cemento con giunto a bicchiere saranno posati in opera, alle livellette e piani stabiliti, su di uno strato di sabbia non classificata dello spessore non inferiore a cm 20.

La tenuta dei giunti dovrà essere ottenuta mediante guarnizioni (anelli) in gomma o neoprene.

La superficie su cui posare la sabbia in platea sarà uniforme, priva da elementi estranei ed adeguatamente compattata.

#### 41.1.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

I tubi in cemento saranno contabilizzati in base alla lunghezza approvata dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

I tubi in cemento saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte con esclusione degli scavi e dei rinterri, ed in particolare: la fornitura, la posa in opera, la platea in calcestruzzo, lo strato di sabbia, l'anello esterno di malta in corrispondenza dei giunti e le guarnizioni in gomma.

Gli scavi ed i rinterri saranno contabilizzati separatamente con i relativi prezzi d'Elenco.

### Art. 41.2 Tubi in Lamiera Ondulata e Zincata

#### 41.2.1 Tubi

I tubi in lamiera ondulata e zincata saranno impiegati per i tombini sia a sezione circolare sino ad un diametro di m 1,50 che ad elementi incastrati ed a piastre multiple per diametri superiori.

Gli spessori degli elementi saranno fissati in proporzione all'altezza dei rilevati sull'estradosso ed ai carichi circolanti sulla strada.

Le lamiere costituenti tali condotte dovranno essere di acciaio tipo Aq34, protette sulla superficie interna ed esterna con zincatura a caldo tale da ottenere un rivestimento di zinco non inferiore a 300 grammi su ogni m<sup>2</sup> di superficie sviluppata.

Le ondulazioni delle condotte avranno direzione delle loro generatrici e l'ampiezza di ciascuna onda dovrà essere di circa 68 mm e la profondità di circa 13 mm.

#### 41.2.2 Posa in Opera

I tubi in lamiera ondulata verranno montate sul fondo dello scavo, una volta livellato, con interposto un cuscinetto di sabbione o di materiale granulare fine di spessore non inferiore ai cm 15.

#### 41.2.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

I tubi in lamiera ondulata e zincata saranno contabilizzati in base al peso approvato dalla Direzione Lavori.

Eventuali pezzi speciali saranno inclusi nel peso, mentre i bulloni di collegamento degli elementi non saranno inclusi nel peso.

##### b. Valutazione dei Lavori

I tubi in lamiera ondulata e zincata saranno valutati in base al prezzo d'Elenco per chilogrammo.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte con la sola esclusione degli scavi e rinterri, ed in particolare: la fornitura, il trasporto, la posa in opera, il montaggio, il sabbione di fondo ed i bulloni per il collegamento delle piastre.

Gli scavi ed i rinterri saranno contabilizzati separatamente con i relativi prezzi d'Elenco.

## Art. 41.3 Tubi di P.V.C. Rigido per Condotte Esterne ed Interrate

### 41.3.1 Tubi

I tubi in cloruro di polivinile (PVC) compatto o strutturato per condotte di scarico interrato saranno della classe di rigidità SN 2 KN/m<sup>2</sup> ed SN 8 2 KN/m<sup>2</sup> secondo norme UNI EN 1446 e UNI EN 1401 muniti di giunti a bicchiere con guarnizioni di tenuta ad anello in gomma. I tubi avranno colore rosso mattone RAL 8023 e saranno atti a sopportare temperature permanenti fino a 40°C.

I tubi in cloruro di polivinile (PVC) per condotte di scarico esterne saranno del tipo 303 serie pesante secondo norme UNI 7447, muniti di giunti a bicchiere da sigillare con collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma.

I tubi in cloruro di polivinile (PVC) per condotte di scarico interne saranno del tipo 302 serie pesante secondo norme UNI 7443, muniti di giunti a bicchiere da sigillare con collante.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

Inoltre i tubi, i raccordi ed i pezzi speciali dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. (Istituto Italiano Plastici) che ne garantisce la rispondenza alle norme UNI.

Qualora il marchio di qualità ed il numero di serie non fossero ben definiti, l'Appaltatore dovrà prelevare campioni di tubi ed inviarli, a sue cura e spese, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione.

### 41.3.2 Posa in Opera

I tubi saranno posati in accordo con i Disegni Esecutivi e le istruzioni scritte fornite dal fabbricante.

Per le tubazioni da posare lungo muri e pareti, l'Appaltatore dovrà provvedere ai necessari supporti e collari metallici zincati che saranno posti in corrispondenza di ogni gomito ed ad intervallo non superiore 1.50 m lungo le linee.

Quando le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova uguale da 1.5 a 2 volte la pressione di esercizio, a seconda delle disposizioni della Direzione Lavori.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima del rinterro.

Le tubazioni sia a pressione che a pelo libero, dovranno essere provate prima della loro messa in funzione e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche i lievi entità, dovranno essere riparate e rese stagne a spese ed a cura dell'Appaltatore.

Così pure sarà a carico dell'Appaltatore la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.

### 41.3.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### a. Misurazione

I tubi in PVC rigido saranno contabilizzati in base alla lunghezza in opera approvata dalla Direzione Lavori.

#### b. Valutazione dei Lavori

I tubi in PVC rigido saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, la posa in opera, i pezzi speciali di qualsiasi tipo, i supporti e le eventuali prove di pressione.

## Art. 41.4 Tubi di P.V.C. Rigido Microfessurati

#### 41.4.1 Tubi per Rivestimento di Fori di Drenaggio

I tubi in PVC microfessurati per rivestimento di fori di drenaggio eseguiti in profondità nel terreno, avranno una lunghezza variabile da 3 a 6 metri, un diametro interno compreso tra 50 e 90 mm ed uno spessore non inferiore a 4,5 mm.

I tubi saranno scanalati in senso longitudinale e provvisti di fessure drenanti aventi apertura di circa 0,4-0,5 mm, lunghezza di 10-20 mm e sezione drenante totale al metro di tubo pari a 80-90 cm<sup>2</sup>. I tratti di tubo in corrispondenza delle bocche dei fori sarà del tipo cieco.

I tubi saranno completi di manicotti filettati per le giunzioni di linea.

#### 41.4.2 Posa in Opera

I tubi microfessurati saranno collegati mediante gli appositi manicotti filettati ed introdotti nei fori fino alla profondità specificata.

Il tubo di fondo sarà provvisto di tappo filettato.

Un tratto di circa 50 cm della parte cieca dei tubi in corrispondenza dell'imboccatura del foro sarà bloccata con malta di cemento. Durante la posa della malta dovrà essere posta adeguata attenzione affinché non venga intasato il contiguo tratto filtrante.

#### 41.4.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

I tubi in PVC rigido microfessurati saranno contabilizzati in base alla lunghezza in opera approvata dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

I tubi in PVC rigido microfessurati saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, la posa in opera, i manicotti, i pezzi speciali ed il bloccaggio con malta di cemento.

### Art. 41.5 Tubi in PEAD

#### 41.5.1 Tubi

I tubi in polietilene ad alta densità (PEAD) dovranno possedere ottime caratteristiche di resistenza sia agli agenti chimici che alla abrasione, ed essere conformi alle UNI 7611 -7613 - 7615 - 8451 e successive modifiche.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

Inoltre I tubi, raccordi e pezzi speciali dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. (Istituto Italiano Plastici) che ne garantisce la rispondenza alle norme UNI.

Qualora il marchio di qualità ed il numero di serie non fossero ben definiti, l'Appaltatore dovrà prelevare campioni di tubi ed inviarli, a sue cura e spese, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione.

#### 41.5.2 Posa in Opera

I tubi saranno posati in accordo con i Disegni Esecutivi e le istruzioni scritte fornite dal fabbricante.

I tubi in generale saranno stesi su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e verranno poi rinfiancati e ricoperti con lo stesso materiale, per uno spessore non inferiore a 15 cm

Per le tubazioni da posare lungo muri e pareti, l'Appaltatore dovrà provvedere ai necessari supporti e collari metallici zincati che saranno posti in corrispondenza di ogni gomito ed ad intervallo non superiore 1.50 m lungo le linee.

Quando le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova uguale da 1.5 a 2 volte la pressione di esercizio, a seconda delle disposizioni della Direzione Lavori.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima del rinterro.

Le tubazioni sia a pressione che a pelo libero, dovranno essere provate prima della loro messa in funzione e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche i lieve entità, dovranno essere riparate e rese stagne a spese ed a cura dell'Appaltatore.

Così pure sarà a carico dell'Appaltatore la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.

Le giunzioni delle tubazioni in P.E.a.d. dovranno essere eseguite da personale qualificato e con apparecchiature idonee e potranno essere effettuate secondo le modalità che seguono.

a. Giunzioni per Saldatura Testa a Testa

Le giunzioni per saldature saranno effettuate nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

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

Per una perfetta saldatura il P.E.A.D. richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento di  $200^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra.

b. Giunzioni Elettrosaldabili

Le giunzioni elettrosaldabili saranno eseguite riscaldando elettricamente il bicchiere in P.E.a.d. nel quale sarà incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene.

Questo tipo di giunzioni sono consigliabili quando si devono unire due estremità di tubo che non possano essere rimosse dalla loro posizione.

c. Giunzioni per Flangiatura

Le giunzioni per la flangiatura di tubazioni o di pezzi speciali saranno eseguite mediante flange scorrevoli infilate su collari saldabili in P.E.A.D. I collari saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con bulloni o tiranti in acciaio inox di lunghezza appropriata. A collegamento avvenuto flange e bulloni verranno convenientemente protetti contro la corrosione.

#### 41.5.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

a. Misurazione

I tubi in PEAD saranno contabilizzati in base alla lunghezza approvata dalla Direzione Lavori.

b. Valutazione dei Lavori

I tubi in PEAD saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, la posa in opera, le giunzioni, i pezzi speciali di qualsiasi tipo, i supporti e le eventuali prove di pressione.

## Art. 41.6 Tubazioni d'attesa per infrastruttura telematica

### 41.6.1 Materiali e prescrizioni generali

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere devono essere nuovi e originali, avere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia e rispondere alle specifiche del presente documento. In nessun caso saranno accettati materiali di qualità inferiore a quella indicata nei suddetti documenti. Essi dovranno essere lavorati secondo le migliori regole dell'arte e posti in opera.

## Art. 41.7 Tubiguida

I tubi guida che devono essere forniti e posti in opera sono di tipo Corrugato in polietilene doppia parete per condotte orizzontali interrate, aventi diametro esterno di almeno 160 mm.

## Art. 41.8 Pozzetti in cls e chiusini in ghisa

I pozzetti che si deve fornire e porre in opera hanno lo scopo di realizzare punti di tiro e di cambio di direzione del cavo ottico che dovrà essere successivamente inserito, alloggiare eventuali scorte del cavo stesso e consentire un tempestivo e agevole intervento manutentivo. Qualunque siano le dimensioni dei pozzetti impiegati, il relativo Produttore deve avere sistema di qualità certificato ISO 9000.

### 41.8.1 Pozzetto in cls

Il pozzetto in cls armato prefabbricato deve presentare le seguenti caratteristiche e deve essere costituito da:

- un anello di fondo, di altezza 53 cm.,
- eventuali anelli di sopralzo, di altezza 10 cm, 20 cm, o 40 cm,
- un anello porta-chiusino di altezza 12 cm.,
- un chiusino in ghisa sferoidale, come sotto descritto;

L'anello di fondo deve presentare alla base un setto a frattura, per consentire il drenaggio di acque; le pareti devono presentare asole in cls non armato da sfondare, per permettere l'accesso delle tubazioni; i materiali impiegati per la realizzazione del pozzetto devono essere:

- calcestruzzo Rbk non inferiore a 300 kg/cm<sup>2</sup>;
- ferro d'armatura tipo B450C (UNI 6407-69, UNI EN 60).

### 41.8.2 Chiusino in ghisa

I chiusini in ghisa devono presentare le seguenti principali caratteristiche:

- coperchio e telaio in ghisa sferoidale GS 500-7 a Norma ISO 1083 (1987); materiale con valore di durezza Brinell  $\geq 200$  HBS; conforme alla classe D400 (carico di rottura > 400 kN) della Norma UNI EN 124 (1995) per installazione in carreggiate stradali (comprese le vie pedonali), banchine transitabili ed aree di stazionamento, per tutti i tipi di veicoli stradali;
- 4 semicoperchi triangolari per il pozzetto di dimensione 125x80cm., 2 semicoperchi triangolari per il pozzetto di dimensioni 90x70cm.;
- Tipo A (125 x 80);
- Tipo B (90x70);
- Alternati ogni 200 ml. Iniziando da quello di tipo A;
- semicoperchi apribili "a portafoglio", ad appoggio tripode, cioè in grado di garantire l'appoggio al telaio per soli tre punti; incernierati, con apertura minima a 100° e che già nella posizione di apertura a 90°(circa) assumano la posizione di sicurezza (bloccaggio di sicurezza automatico);

- primo semicoperchio “maestro” dotato di serratura di sicurezza, che blocca lo/gli altro/i semicoperchio/i “servente/i” (che non deve/ono presentare fori per la chiave di manovra), munito/i di una placca di bloccaggio con il semicoperchio precedente, che ne consente l’apertura solo in sequenza, dopo lo sbloccaggio del primo semicoperchio;
- serratura di sicurezza chiusa con un tappo di protezione in materiale plastico, realizzato in modo tale da rimanere solidale con il semicoperchio stesso, quando viene estratto dalla propria sede per l’accesso alla serratura;
- articolazione “ghisa su ghisa” realizzata per fusione, con ganci sul semicoperchio e con sede di rotazione su telaio;
- telaio monoblocco a struttura alveolare, di altezza 10 cm e di dimensioni massime di ingombro 1255x855 mm., per il pozzetto di dimensione 125x80 cm. e 945x872 mm. per il pozzetto di dimensione 90x70 cm.; provvisto di idonei anelli, occhielli, o altro, per consentire/facilitare la movimentazione e il posizionamento del dispositivo completo.

I chiusini devono avere anche le seguenti caratteristiche:

massa areica non superiore a 375 Kg/m<sup>2</sup>;

- apertura dei semicoperchi tale da realizzare almeno un lato (il più lungo) per il chiusino doppio e due lati adiacenti per quello singolo, liberi da ostacoli;
- sforzo equivalente dell’operatore all’apertura non superiore a 30 kg (in ottemperanza al D.Lgs 81/2008 inerente la movimentazione dei carichi);
- dimensioni utili della luce di 1060x700 mm. per il pozzetto di dimensione 125x80 cm. e di 800x700 mm. per il pozzetto di dimensione 90x70 cm.;
- in posizione di apertura a 90°, possibilità di rimozione completa di ogni semicoperchio, senza operazioni di smontaggio delle cerniere;
- superficie superiore del coperchio del chiusino avente conformazione tale da renderla libera da acque di scorrimento e dotata di un motivo in rilievo composto da granulato antisdrucchiolo e siglatura: il motivo in rilievo non deve essere né inferiore al 30%, né superiore al 50%, della superficie superiore totale del coperchio e del telaio;
- superfici interne ed esterne del coperchio e del telaio rivestite con vernice protettiva antiruggine idrosolubile di colore nero non tossica e non inquinante (l’Impresa dovrà presentare una scheda di sicurezza del prodotto impiegato).

Infine, tutte le parti del chiusino devono essere prive di bave e non devono presentare difetti di lavorazione e/o riparazioni. Sui semicoperchi e sul telaio dei chiusini devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- scritta “EN 124 - D400”;
- il marchio di un Ente di certificazione riconosciuto a livello europeo (attestante la certificazione ISO9001 ed il rispetto delle caratteristiche dichiarate del prodotto).

Il chiusino non deve presentare parti sporgenti, pertanto il granulato antisdrucchiolo e la siglatura devono avere lo stesso livello di rilievo.

## **Art. 42 MODALITA’ DI ESECUZIONE DEGLI SCAVI, DEI RIPRISTINI E DELLE OPERE EDILI IN GENERE**

### Art. 42.1 Scavi in Genere e Movimento di Materie

#### 42.1.1 Scavi a Sezione Ristretta

Per scavi a sezione ristretta, in generale, si intendono quelli incassati, necessari per la realizzazione di canalizzazioni, fossi e cunette.

Lo scavo dovrà avere una larghezza minima di 40 cm. e profondità minima di 110 cm dalla quota strada, eventualmente da variarsi a seconda della natura e della qualità del terreno.

Nel caso in cui la profondità dello scavo debba essere necessariamente ridotta o, in caso di intersezione con altri sottoservizi, la tubazione dovrà essere protetta con idonea canaletta metallica e, al di sopra di essa, getto di cls dello spessore di almeno 10 cm.

I piani degli scavi dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno essere disposti secondo la pendenza naturale.

## **Art. 43 MODALITA' DI REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE DI POSA DEI CAVI**

### Art. 43.1 Posa Interrata con Scavo in Trincea su Terreno Vegetale

Questa tipologia di posa interessa la banchina a fianco della carreggiata stradale o il terreno non pavimentato. Nel caso di scavo in banchina, lo stesso deve essere preferibilmente eseguito secondo le modalità nell'ordine di priorità sotto elencate:

- tra il limite dell'asfalto e l'inizio del tratto inclinato della scarpata, quando vi sia spazio sufficiente e ove non siano presenti altre strutture quali guard-rail, altre canalizzazioni o plinti di pali che interferiscano con lo scavo; questa è la soluzione da preferire, quando praticabile;
- a metà scarpata, quando il profilo della stessa presenti un'inclinazione rispetto al piano orizzontale non superiore a 30° e, comunque, sia tale da garantire una realizzazione della tubazione affidabile, così da evitare successivi franamenti o cedimenti della medesima, da qualsiasi causa ambientale generati;
- a fine scarpata, quando lo spazio è sufficiente e ove non siano presenti altre strutture (canalizzazioni, plinti di pali, ...).

#### **Modalità di esecuzione**

L'infrastruttura di posa deve essere realizzata mediante:

- scavo a sezione ristretta obbligata (scavo in trincea), eseguito in genere con mezzi meccanici adeguati (escavatori, pale meccaniche, ecc.), o a mano in situazioni particolari, di larghezza minima di 40 cm. e di profondità minima di 110 cm., su terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto, bagnato, o melmoso, eseguito anche in presenza di acqua con battente massimo di 20cm. Particolare attenzione deve essere posta nel rispetto di opere e impianti sotterranei preesistenti da mantenere quali condutture, cavi elettrici, o telefonici, ecc., nonché opere d'arte di interesse archeologico; l'inosservanza di quanto sopra, anche se dovuta ad imperizia, comporterà la piena e completa assunzione di responsabilità del danno da parte dell'Impresa;
- eliminazione dal fondo di pietre o protuberanze in genere, comprese radici di piante o altro; tiro in alto delle materie scavate, eventuali sbadacchiature e relativo recupero; eventuale allargamento della sezione di scavo onde permettere l'utilizzazione e la manovra dei mezzi meccanici e degli attrezzi d'opera; carico, trasporto e scarico a rifiuto, fino a qualsiasi distanza, del materiale di risulta;
- deposito di strato di almeno 5 cm. di spessore di sabbia pozzolanica, o tufacea, o di altra provenienza, a granulometria molto fine;
- fornitura e allettamento della polifora in posizione orizzontale;
- ricoprimento con bauletto di cls con  $R_{ck} 150 \text{ kg/cm}^2$ , per uno spessore di 20 cm. dalla generatrice inferiore dei tubi;
- reinterro con materiale di risulta fino a quota di -30 cm. dal piano di campagna;
- inserimento di nastro di segnalazione e successivo rinterro fino a quota del piano di campagna; il materiale deve essere compattato meccanicamente a strati di spessore non superiore a 30 cm.;
- eventuale seminagione finale con erbe prative ad attecchimento garantito.

Qualora, per la presenza di terreno roccioso o altro, non sia possibile raggiungere la profondità di posa prescritta, oppure lo scavo sia realizzato in prossimità di alberi le cui radici potrebbero provocare danneggiamenti, la polifora dovrà essere protetta da canaletta in acciaio zincato e quindi da bauletto in cls con



Rck 150 kg/cm<sup>2</sup>, con uno spessore minimo di 10 cm. rispetto al massimo ingombro verticale della polifora stessa.

Dove la distanza tra i pozzetti sia tale da richiedere la giunzione di due pezzature di tubo, questa dovrà essere realizzata in modo da evitare che acqua o polvere penetrino nei tubi e inoltre, che le due estremità da giuntare siano disallineate. Il giunto dovrà garantire ottime resistenza meccanica e tenuta pneumatica.

#### Art. 43.2 Posa Interrata con Scavo in Trincea sotto Pavimentazione Bituminosa

Questa tipologia di posa sarà attuata nei tratti in cui le condizioni del terreno circostante il percorso stradale non consentano la posa in banchina, e in generale nei luoghi in cui si ha la necessità di attraversare una pavimentazione in conglomerato bituminoso.

##### Modalità di Esecuzione

La canalizzazione sarà realizzata mediante:

- demolizione del manto superficiale a strati di pavimentazione in conglomerato bituminoso di qualsiasi spessore, eseguito con mezzo meccanico adeguato (fresatrice a freddo munita di autocaricante), con taglio netto della larghezza minima di 40 cm. e di qualsiasi profondità;
- scavo a sezione ristretta obbligata (scavo in trincea), eseguito con mezzi meccanici adeguati, o a mano in situazioni particolari e per brevissimi tratti, con profondità minima a 110 cm., su terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto, bagnato, o melmoso, eseguito anche in presenza di acqua con battente massimo di 20 cm.. Particolare attenzione deve essere posta nel rispetto di opere ed impianti sotterranei preesistenti da mantenere, quali condutture, cavi elettrici, o telefonici, ecc., nonché opere d'arte di interesse archeologico; l'inosservanza di quanto sopra, anche se dovuta ad imperizia, comporterà la piena e completa assunzione di responsabilità del danno da parte dell'Impresa appaltatrice;
- eliminazione dal fondo di pietre, o protuberanze in genere; tiro in alto delle materie scavate, eventuali sbadacchiature e relativo recupero; eventuale allargamento della sezione di scavo onde permettere l'utilizzazione e la manovra dei mezzi meccanici e degli attrezzi d'opera; carico, trasporto e scarico a rifiuto, fino a qualsiasi distanza, del materiale di risulta;
- fornitura ed allettamento della polifora in posizione orizzontale;
- ricoprimento per uno spessore di 20 cm. dalla generatrice inferiore dei tubi, con bauletto di cls con Rck 150 kg/cm<sup>2</sup>. al di sopra del quale sarà posato uno strato di misto cementato dello spessore di 45 cm. e, al di sopra, il nastro di segnalazione. Sopra quest'ultimo sarà realizzato uno strato di base in materiale chiuso dello spessore di 15 cm. Successivamente, sarà posato del conglomerato bituminoso (binder), miscelato in centrale con l'impiego fino al 15% dell'intera miscela di materiali provenienti dalle scarifiche, confezionato secondo le prescrizioni delle N.T.A., compresi attivanti, rigeneranti-fluidificanti ed ogni altro onere, di spessore circa 10 cm. e comunque fino alla quota del piano di calpestio. Successivamente, si procederà alla scarificazione superficiale per una profondità di 5 cm. e per una larghezza pari a quella dell'intera corsia interessata, o in base alle indicazioni della Committente; pulizia del cavo fresato effettuata con idonee attrezzature pulenti-aspiranti (motospazzatrice aspirante); realizzazione del nuovo strato di usura, previa fornitura e posa in opera di mano d'attacco per microtappeti (MAMT), confezionata con bitumi modificati per la quantità di 0,600 kg per m<sup>2</sup>, mediante fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo per microtappeto (MT) dello spessore minimo di 3 cm., confezionato con inerti basaltici, compresa la stesa, la compattazione, la fornitura di attivanti ed ogni altro onere;
- ripristino della segnaletica superficiale, utilizzando materiali e con le modalità indicate nel presente documento.

Qualora, per la presenza di terreno roccioso o altro, non sia possibile raggiungere la profondità di posa prescritta, la polifora dovrà essere protetta da canaletta in acciaio zincato e quindi dal bauletto in cls con Rck 150 kg/cm<sup>2</sup>, che garantisca uno spessore minimo di 10 cm. rispetto al massimo ingombro verticale della polifora stessa.

Dove la distanza tra i pozzetti sia tale da richiedere la giunzione delle due pezzature di ciascun tubo, questa dovrà essere realizzata in modo da evitare che acqua o polvere penetrino nei tubi e inoltre, che le due estremità da giuntare siano disallineate. Il giunto dovrà garantire ottime resistenza meccanica e tenuta pneumatica.

#### Realizzazione degli Attraversamenti

Gli attraversamenti delle rampe stradali devono essere effettuati posando sul fondo dello scavo, ad una profondità minima di 110 cm, tubi PVC corrugato diametro 200 mm. all'interno dei quali devono essere inseriti il/i tritubo/i ed i monotubi per i cavi in fibra ottica.

Il ricoprimento deve essere di spessore pari a 30 cm. (dalla generatrice inferiore dei tubi) e realizzato con bauletto in cls con Rck 150kg/cm<sup>2</sup> e inerti di dimensioni non superiori a 10 mm..

Il ripristino dello scavo dovrà essere quindi realizzato con le modalità sopra indicate, ad eccezione della realizzazione del bauletto di cls che dovrà avere uno spessore minimo di 25 cm..

### Art. 43.3 Pozzetti Stradali, Chiusini e Griglie

#### 43.3.1 Manufatti in Conglomerato Cementizio

I pozzetti stradali saranno realizzati in conglomerato cementizio vibrato non armato e saranno composti da un fondo e da uno o più anelli.

I pozzetti nelle dimensioni interne indicati sui Disegni Esecutivi potranno avere un volume interno variabile da 100 a 900 decimetri cubici.

Il calcestruzzo dovrà avere una resistenza alla compressione non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>. Lo spessore delle pareti sarà in funzione delle dimensioni e comunque non potrà mai essere inferiore a 5 cm per pozzetti con volume interno fino a 200 decimetri cubici, a 7 cm pozzetti con volume interno tra 200 e 500 decimetri cubici ed a 10 cm pozzetti con volume interno tra 500 e 900 decimetri cubici. Ove richiesto i pozzetti saranno provvisti di sifone incorporato.

I chiusini potranno essere del tipo in conglomerato cementizio vibrato armato del tipo pesante carrabile amovibile per l'ispezione, oppure in ghisa.

#### 43.3.2 Chiusini e Griglie in Ghisa

La ghisa per chiusini, griglie e coperchi a riempimento dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, di fattura grigia e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza.

I chiusini e le griglie saranno composti da ghisa del tipo sferoidale, classe D400.

#### 43.3.3 Posa in Opera

I pozzetti saranno posati su di una platea in conglomerato cementizio dello spessore di 15 cm ed avente classe di resistenza non inferiore a 20 MPa.

I pozzetti saranno completi di collegamento con le tubazioni in entrata ed uscita e della sifonatura con setto trasversale.

Tutti i giunti fra i vari elementi saranno sigillati con malta di cemento dosata con 600 kg di legante per metro cubo d'impasto.

I chiusini e le griglie saranno posati in modo da ottenere un appoggio continuo lungo tutti il bordi non soggetto a movimenti al passaggio dei veicoli.

Ove richiesto i chiusini saranno posati su guarnizioni di neoprene le griglie per canalette saranno bloccate a mezzo da apposite barre elastiche.

I telai dei chiusini saranno bloccati con malta di cemento dosata con 600 kg di legante per metro cubo d'impasto.

### Art. 43.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 43.4.1 Pozzetti da 40 x 40 e 60 x 60 cm

##### a. Misurazione

I pozzetti in calcestruzzo prefabbricato da 40 x 40 x 60 cm e 60 x 60 x 130 cm saranno contabilizzati in base alle unità installate approvate dalla Direzione Lavori.

b. Valutazione dei Lavori

I pozzetti in calcestruzzo prefabbricato da 40 x 40 x 60 cm e 60 x 60 x 130 cm saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per ogni manufatto.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura dei pozzetti con relativo chiusino in calcestruzzo prefabbricato, il trasporto, lo scavo, la posa in opera, la sigillatura dei giunti, la platea in calcestruzzo ed il rinterro.

43.4.2 Pozzetti con Dimensioni non Specificate

a. Misurazione

I pozzetti in calcestruzzo prefabbricato con dimensioni non specificate saranno contabilizzati in base al volume interno approvato dalla Direzione Lavori.

b. Valutazione dei Lavori

I pozzetti in calcestruzzo prefabbricato con dimensioni non specificate saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per decimetro cubo.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, il trasporto, la posa in opera, la sigillatura dei vari elementi con malta e la platea in calcestruzzo.

Gli scavi ed i rinterri saranno contabilizzati separatamente con i relativi prezzi d'Elenco.

43.4.3 Chiusini e Griglie in Ghisa

a. Misurazione

I chiusini e griglie in ghisa saranno contabilizzati in base alle unità installate approvate dalla Direzione Lavori.

b. Valutazione dei Lavori

I chiusini e griglie in ghisa saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per ogni manufatto.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, il trasporto, la posa in opera, la malta di cemento e le eventuali guarnizioni.

## **Art. 44 MANUFATTI VARI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

### Art. 44.1 Generalità

I manufatti prefabbricati in conglomerati cementizio vibrato dovranno provenire da ditte specializzate in grado di fornire prodotti aventi caratteristiche qualitative certificate da Laboratori Ufficiali.

I prefabbricati al momento dell'impiego dovranno essere ben stagionati, di forma perfetta ed esenti da sbecature e screpolature.

Ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni e le resistenze del calcestruzzo dell'elemento.

### Art. 44.2 Coppelie Prefabbricate per Solette su Travi Varate

#### 44.2.1 Manufatti

Le coppelle prefabbricate per solette su travi varate di ponti e viadotti, saranno confezionate con conglomerato cementizio armato e vibrato avente resistenza alla compressione non inferiore a 37 MPa.

Le lastre avranno uno spessore non inferiore a 5 e non superiore a 8 cm e saranno armate come ferro tondo o rete elettrosaldata tipo B450C come indicato sui Disegni di Progetto.

Le dalle dovranno avere superfici in vista perfettamente piane e lisce, ovvero lavorate con appositi motivi.

Qualora gli elementi prefabbricati fossero usati quale scasseratura a perdere, dovranno avere l'armatura sporgente nella parte a contatto con il getto da conglobare nel getto stesso.

#### 44.2.2 Posa in Opera

La posa in opera delle lastre dovrà essere eseguita in base ai dettagli riportati sui Disegni Esecutivi.

Gli elementi prefabbricati saranno collocati nella loro posizione finale avendo cura di tenere le basi di appoggio continue ed uniformi ed evitando che gli elementi possano subire danneggiamenti tali da compromettere la loro capacità portante.

#### 44.2.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

Le coppelle prefabbricate in conglomerato cementizio saranno contabilizzate in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

Le coppelle prefabbricate in conglomerato cementizio saranno valutate in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, ed in particolare: la prefabbricazione, il trasporto, la posa in opera, il ferro di rinforzo e l'armatura sporgente.

### Art. 44.3 Lastre per il Rivestimento di Cunette e Fossi

#### 44.3.1 Manufatti

Le lastre per il rivestimento di cunette e fossi saranno realizzate con conglomerato cementizio armato e vibrato avente resistenza alla compressione non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>.

Le lastre avranno uno spessore non inferiore a 6 cm e saranno armate con rete elettrosaldata avente maglia 100 x 100 mm e filo di 6 mm.

Le lastre per cunette e fossi avranno la forma trapezoidale o a "L" in base alle indicazioni dei Disegni Esecutivi.

#### 44.3.2 Posa in Opera

La base di appoggio dovrà essere regolarizzata e compattata e quindi coperta con uno strato di sabbia grossa mescolata con cemento avente uno spessore di circa 5 cm. La sabbia al momento del mescolamento con il cemento avrà un'umidità di circa 8-10% e la quantità di cemento della classe 35.5 N sarà di circa 250 kg per mc di sottofondo.

Le lastre saranno posate sullo strato di fondo in modo uniforme seguendo gli allineamenti e le pendenze stabilite ed evitando risalti in corrispondenza dei giunti.

I giunti saranno successivamente stuccati con una malta di cemento preparata con sabbia fine e cemento della classe 35.5 N in quantità non inferiore a 800 kg per mc d'impasto.

Gli elementi prefabbricati saranno trasportati e collocati nella loro posizione finale con la necessaria cura al fine di evitare scheggiamenti o rotture.

#### 44.3.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

Le lastre in conglomerato cementizio per il rivestimento di cunette e fossi saranno contabilizzate in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

Le lastre in conglomerato cementizio per il rivestimento di cunette e fossi saranno valutate in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, ed in particolare: la fornitura, il trasporto, la posa in opera, il ferro di rinforzo, la preparazione del fondo di posa e lo strato di fondo.

### Art. 44.4 Strutture di Contenimento per Scarpate in Elementi Scatolari Prefabbricati

#### 44.4.1 Manufatti

Le strutture di contenimento per scarpate saranno costituiti da elementi in calcestruzzo prefabbricato aventi le dimensioni indicate sui Disegni di Progetto e una resistenza alla compressione non inferiore a 35 N/mm<sup>2</sup>.

Gli elementi in calcestruzzo saranno armati secondo le norme della legge 1086/71 ed aggiornamenti successivi.

Ove necessario le strutture di contenimento dovranno essere realizzate con elementi curvi atti a soddisfare la forma indicata sugli elaborati di progetto.

#### 44.4.2 Elaborati di Progetto

Gli elaborati di progetto della struttura dovranno essere verificati e fatti propri dall'Appaltatore prima di iniziare la prefabbricazione degli elementi in calcestruzzo.

#### 44.4.3 Posa in Opera

La fondazione della struttura scatolare sarà realizzato eseguendo un leggero scavo e gettando nello stesso conglomerato cementizio avente le dimensioni indicate sugli elaborati di progetto.

Gli elementi prefabbricati saranno sovrapposti ancorandoli reciprocamente e quindi verranno riempiti con materiale permeabile sciolto di idonea pezzatura verso monte e da terreno vegetale con spessore non inferiore a 20 cm verso il paramento esterno.

Le essenze arbustive, nella varietà che sarà specificata dalla Direzione Lavori, avranno un'altezza non inferiore a 50 cm e saranno messe a dimora con zolla in ragione di una ogni metro quadrato.

La superficie a verde sarà innaffiata e mantenuta come già specificato in questo Capitolato.

#### 44.4.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

Le strutture di contenimento per scarpate saranno contabilizzate in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

Le strutture di contenimento per scarpate saranno valutate in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte con esclusione degli scavi per il piano di appoggio e della fondazione in conglomerato cementizio, ed in particolare: la

fornitura, trasporto e posa in opera degli elementi scatolari, la fornitura, trasporto e stesa del materiale di riempimento, la fornitura, trasporto e stesa del terreno vegetale, la fornitura e posa a dimora delle essenze arbustive e la sistemazione del pendio a monte del coronamento della struttura.

Gli scavi per il piano di appoggio e la fondazione in conglomerato cementizio, saranno contabilizzati con i relativi prezzi d'Elenco.

#### Art. 44.5 Barriere in Calcestruzzo Tipo “New-Jersey”

##### 44.5.1 Manufatti

Le barriere tipo “new-jersey” saranno realizzate in conglomerato cementizio vibrocompresso armato avente una larghezza alla base di 62 cm ed un'altezza di 100 cm e con la sagoma indicata sui Disegni Esecutivi.

Il calcestruzzo dovrà avere una resistenza alla compressione  $R_{ck} \geq 45 \text{ N/mm}^2$  a 28 giorni di maturazione.

L'armatura degli elementi sarà in acciaio ad aderenza migliorata B450C conforme con le specifiche riportate nell'Articolo 25 del presente volume e rispondente ai dettagli del “new-jersey” standard richiamato nell'Elenco prezzi o in assenza di riferimenti ad elementi standard, ai dettagli riportati sui Disegni Esecutivi.

I manufatti saranno completi di piastre di collegamento in acciaio zincato, barre filettate tipo Diwidag di collegamento con diametro di 20 mm complete di dadi e rondelle, manicotto di compensazione, tasselli o bulloni di ancoraggio in acciaio zincato a caldo, e tutti gli altri elementi previsti sui Disegni Esecutivi o necessari per dare l'opera a regola d'arte.

##### 44.5.2 Posa in Opera

La base di appoggio dovrà essere pulita e priva di qualsiasi elemento che possa impedire un appoggio uniforme su tutta la superficie.

Gli elementi prefabbricati saranno collocati con l'allineamento indicato sui Disegni Esecutivi con giunti accostati con la precisione necessaria per effettuare il collegamento.

A fine posa tutti gli elementi dovranno presentarsi integri e privi di qualsiasi scheggiatura. Gli eventuali elementi difettosi dovranno essere prontamente sostituiti a cura e a spesa dell'Appaltatore.

##### 44.5.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

###### a. Misurazione

Le barriere tipo “new-Jersey” in elementi prefabbricati saranno contabilizzate in base alla lunghezza approvata dalla Direzione Lavori.

###### b. Valutazione dei Lavori

Le barriere tipo “new-Jersey” in elementi prefabbricati saranno valutate in base ai prezzi d'Elenco per metro lineare.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, ed in particolare: la fornitura, il trasporto, gli accessori, la pulizia del fondo di posa e la posa in opera.

#### Art. 44.6 Pannelli Prefabbricati per Terrapieni Eseguiti con la Tecnologia Armata

##### 44.6.1 Manufatti

I pannelli di contenimento di terrapieni realizzati con la tecnologia armata saranno costituiti da elementi in calcestruzzo prefabbricato aventi uno spessore minimo di 14 cm ed una resistenza alla compressione non inferiore a 35 N/mm<sup>2</sup>.

Gli elementi in calcestruzzo saranno armati con ferro tondo ad aderenza migliorata B450C conforme alle specifiche del presente volume.

L'armatura di rinforzo e lo spessore finale dei pannelli dovranno essere tali da resistere ai carichi massimi previsti negli elaborati di progetto.

La superficie a vista dei pannelli potrà essere liscia oppure rigata nel senso longitudinale con la finitura scelta dalla Direzione Lavori.

I terrapieni saranno armati con barre o piatti in acciaio zincato ad alta aderenza posate nel terreno in strati successivi e connesse a un paramento flessibile in calcestruzzo o rete metallica zincata.

Le barre o i piatti dovranno avere una resistenza a rottura non inferiore a 520 N/mm<sup>2</sup> e saranno collegati ai pannelli mediante attacchi, giunzioni e bulloni pure zincati.

Gli attacchi saranno realizzati in acciaio laminato a caldo, del tipo Fe 510 (Fe 52) avente una sezione di 45 x 4 mm.

La zincatura sarà del tipo a caldo in ragione non inferiore a 5 gr/dm<sup>2</sup> di rivestimento e spessore  $\geq 70$  micron.

#### 44.6.2 Elaborati di Progetto

Gli elaborati di progetto relativi ai pannelli, dovranno essere verificati e fatti propri dall'Appaltatore prima di iniziare la prefabbricazione degli elementi in calcestruzzo.

#### 44.6.3 Posa in Opera

La fondazione dei pannelli sarà costituita da conglomerato cementizio avente le dimensioni indicate sugli elaborati di progetto.

Gli elementi prefabbricati saranno posati verticalmente ancorandoli alla fondazione in calcestruzzo per la profondità indicata e tenendoli in posizione mediante sostegni provvisori tali che possano assicurare il perfetto posizionamento durante la costruzione del terrapieno.

Le armature in acciaio da inglobare nel terrapieno saranno agganciate ai pannelli durante la costruzione dei manufatti.

#### 44.6.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Premessa

Le strutture di sostegno costituite da pannelli in calcestruzzo saranno contabilizzate con i seguenti prezzi:

Pannelli prefabbricati; Attacchi in acciaio laminato.

Il terrapieno nonché gli scavi ed il calcestruzzo per la fondazione saranno contabilizzati separatamente con i relativi prezzi d'Elenco.

#### 44.6.5 Pannelli Prefabbricati

##### a. Misurazione

I pannelli prefabbricati per paramento verticale saranno contabilizzati in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

L'area immersa nel calcestruzzo di fondazione sarà considerata per il pagamento.

##### b. Valutazione dei Lavori

I pannelli prefabbricati per paramento verticale saranno valutati in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, il trasporto, la posa in opera, le armature in acciaio con i relativi accessori ed i supporti provvisori.

#### 44.6.6 Attacchi in Acciaio Laminato

##### a. Misurazione

Gli attacchi in acciaio laminato a caldo saranno contabilizzati in base al numero approvato dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

Gli attacchi in acciaio laminato a caldo saranno valutati in base al prezzo d'Elenco per ogni elemento.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, il trasporto e la posa in opera.

### Art. 44.7 Cunicolo in Elementi Prefabbricati per le Gallerie

#### 44.7.1 Manufatti

Il cunicolo in elementi prefabbricati per le gallerie sarà a sezione quadra e realizzato con conglomerato cementizio fibrocompresso non armato con dimensioni interne di 50 x 60 cm.

La lunghezza di ogni elemento varierà da 40 a 50 cm e lo spessore delle pareti non sarà inferiore a 6 cm.

Il calcestruzzo dovrà avere una resistenza alla compressione non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>.

#### 44.7.2 Posa in Opera

La base di appoggio dei manufatti dovrà essere regolarizzata e compattata e quindi su di essa sarà steso un massetto continuo in calcestruzzo della classe 15/20 MPA avente uno spessore di 15 cm.

Gli elementi prefabbricati saranno collocati con l'allineamento e la pendenza indicati sui Disegni Esecutivi ed avranno i giunti accostati e comunque con spaziatura non superiore a 10 mm.

I giunti saranno successivamente stuccati con malta di cemento preparata con sabbia fine e cemento della classe 35.5 N in quantità non inferiore a 600 kg per mc d'impasto.

#### 44.7.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

Il cunicolo in elementi prefabbricati sarà contabilizzato in base alla lunghezza approvata dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

Il cunicolo in elementi prefabbricati sarà valutato in base al prezzo d'Elenco per metro lineare.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, ed in particolare: la fornitura, il trasporto, la posa in opera, la stuccatura dei giunti, la preparazione del fondo di posa ed il massetto in calcestruzzo.

### Art. 44.8 Embrici (Tegoli)



#### 44.8.1 Manufatti

Le embrici per lo scarico dell'acqua lungo le scarpate dei rilevati, saranno realizzate in conglomerato cementizio vibrocompresso aventi dimensioni di 50 x 50 x 20 cm.

Lo spessore delle pareti sarà di 4 cm ed in corrispondenza dei collegamenti ad incastro a maschio/femmina, gli spessori saranno adeguatamente maggiorati.

Il calcestruzzo dovrà avere una resistenza alla compressione non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>. La fornitura includerà i pezzi speciali di invito che verranno collocati alla sommità di ogni embrice al fine di convogliare l'acqua delle cunette entro lo scarico inclinato.

#### 44.8.2 Posa in Opera

Le embrici saranno posate lungo le scarpate incassandole nel terreno fino ad alcuni centimetri della loro sommità.

In presenza di rilevato, dovrà essere scavata la fondazione e quindi regolarizzato e compattato il piano di posa degli elementi prefabbricati.

Gli elementi prefabbricati saranno collocati incastrando i giunti e quindi procedendo al rinterro laterale utilizzando il materiale di scavo. Il rinterro sarà compattato al fine di ripristinare le condizioni esistenti prima di eseguire lo scavo.

#### 44.8.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

Le embrici in elementi prefabbricati saranno contabilizzate in base alla lunghezza approvata dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

Le embrici in elementi prefabbricati saranno valutate in base al prezzo d'Elenco per metro lineare.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte, ed in particolare: la fornitura incluso i pezzi speciali, il trasporto, lo scavo, la preparazione del fondo di posa, la posa in opera ed il rinterro laterale.

## Art. 45 GEOTESSILI E GEOGRIGLIE

### Art. 45.1 Geotessili (Tessuti non Tessuti)

#### 45.1.1 Materiale

I geotessili con funzione di strati di separazione, filtri e rinforzo dei terreni dovranno essere del tipo non tessuto in polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate e l'aggiunta, per la lavorazione, di resine o altre sostanze collanti).

Il tessuto non tessuto dovrà essere del tipo "a filo continuo", prodotto per estrusione del polimero e agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.

Il geotessile dovrà essere conforme alle caratteristiche riportate nella seguente tabella:

| Caratteristica                            | Requisiti                | Norma    |
|---|--------------------------|----------|
| Peso                                      | non inferiore a 350 g/mq | UNI 5114 |
| Resistenza a trazione su striscia di cm 5 | non inferiore a 16 kN/ml | UNI 8639 |
| Allungamento                              | non inferiore a 70%      | UNI 8639 |

|  |                          |             |
|--|--------------------------|-------------|
| Lacerazione  | non inferiore a 1,1 kN   | UNI 8279/9  |
| Punzonamento   | non inferiore a 2,8 kN   | UNI 8279/14 |
| Permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0.002 MPa | non inferiore a 0,3 cm/s | UNI 8279/13 |

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere non inquinante.

Il materiale dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

#### 45.1.2 Posa in Opera

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare e previamente livellato e compattato.

I teli saranno posati con sovrapposizioni di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale e a fine posa il geotessile dovrà presentarsi ben aderente al fondo e privo di ondulazioni.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

#### 60.1.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

I geotessili saranno contabilizzati in base all'area in opera approvata dalla Direzione Lavori.

L'area relativa alle sovrapposizioni non sarà considerata.

##### b. Valutazione dei Lavori

I geotessili saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura e la posa in opera.

### Art. 45.2 Geogriglie

#### 45.2.1 Geogriglia per Contenimento ed Armatura di Rilevati

Questa geogriglia sarà del tipo normalmente utilizzata per armare terrapieni durante la posa e compattazione del materiale a strati, oppure per armare sottofondazioni stradali.

Il materiale sarà costituito da una struttura piana monolitica a base di polimeri aventi una distribuzione regolare di aperture a forma allungata che individuano i fili longitudinali e trasversali e dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche principali:

- Polimero costituente il manufatto 100% HDPE
- Peso unitario 460 g/m<sup>2</sup>
- Resistenza a trazione in direzione longitudinale KN/m 14
- Resistenza a trazione in direzione trasversale KN/m 18

Il materiale sarà fornito in rotoli aventi una lunghezza non inferiore a 50 m ed una larghezza non inferiore a 150 cm.

#### 45.2.2 Geogriglia con Doppio Geotessile (Geodreno)

Questa geogriglia sarà del tipo normalmente utilizzata per realizzare un filtro-dreno ad elevata capacità drenante a contatto con murature verticali o subverticali.

Il materiale sarà costituito da uno strato interno poliamidico ad alto indice alveolare e da due strati esterni (uno su ogni faccia) di tessuto-non-tessuto e dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche principali:

- Spessore  $\geq 35$  mm
- Peso unitario  $\geq 200$  g/m<sup>2</sup>
- Resistenza a trazione in direzione longitudinale  $\geq 20$  KN/m
- Resistenza al punzonamento  $\geq 1,3$  KN

La capacità drenante della geogriglia, sottoposta ad una pressione 20 KPa, dovrà essere di almeno 0,60 l/sm\*mq in verticale.

Il materiale sarà fornito in rotoli aventi una lunghezza non inferiore a 20 m ed una larghezza non inferiore a 100 cm.

#### 45.2.3 Posa in Opera

I teli delle geogriglie saranno posati sulla superficie del terreno adeguatamente preparato sovrapponendo i loro bordi in senso longitudinale e trasversale per almeno 30 cm.

Il materiale in opera non dovrà presentare ondulazioni e sovrapposizioni non regolari. La geogriglia utilizzata per il contenimento ed armatura di rilevati non dovrà essere in alcun modo esposta al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima del suo totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

I geodreni verticali o subverticali dovranno essere fissati all'estremità superiore per adeguata chiodatura o per incollatura del solo non-tessuto nella parte superiore e quindi applicate lungo i muri dall'alto in basso. I teli dovranno essere fissati nei punti di sormonto con apposite graffette e dovranno aderire alla parete di supporto.

#### 45.2.4 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

Le geogriglie saranno contabilizzate in base all'area in opera approvata dalla Direzione Lavori.

L'area relativa alle sovrapposizioni non sarà considerata nella misurazione.

##### b. Valutazione dei Lavori

Le geogriglie saranno valutate in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura dei materiali, la posa in opera, le sovrapposizioni ed i fissaggi ove necessario.

## **CAPO XIII – OPERE DI COMPLETAMENTO E FINITURA**

**Art. 46** omissis

### **Art. 47 TRATTAMENTO PROTETTIVO PER SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

#### Art. 47.1 Generalità

I trattamento protettivo per superfici in calcestruzzo sarà applicato su intradossi di impalcati, pareti di spalle, pile, pulvini, frontali, coronamenti e strutture similari.

#### Art. 47.2 Preparazione della Base

La superficie del calcestruzzo da proteggere sarà anzitutto preparata asportando qualsiasi elemento metallico sporgente e rimuovendo eventuali grandi risalti presenti nel conglomerato.

Si procederà quindi ad eseguire un lavaggio con acqua in pressione utilizzando adeguate attrezzature mobili.

Allorché le superfici del calcestruzzo saranno sufficientemente asciutte si procederà alla eliminazione delle eventuali irregolarità impiegando stucco epossidico a due componenti approvato dalla Direzione Lavori.

#### Art. 47.3 Resine

Il trattamento protettivo sarà del tipo traspirante e sarà eseguito con resina acrilica monocomponente non pigmentata dispersa nel relativo solvente e con resina acrilica monocomponente costituita da biossido di titanio e pigmenti dispersi nel relativo solvente.

Le resine dovranno facilmente indurire quando esposte all'aria ed essere approvate dalla Direzione Lavori prima di provvedere alla loro fornitura.

#### Art. 47.4 Applicazione

Il trattamento protettivo sarà formato da tre strati di prodotti vernicianti applicati con il metodo consigliato dal produttore fino ad ottenere lo spessore minimo richiesto su tutta le superfici compreso punti particolari come bordi, angoli e parti incassate.

Le caratteristiche di composizione dei tre strati dovranno essere le seguenti:

- a) Il primo strato o strato di fondo consolidante sarà costituito da resina acrilica monocomponente non pigmentata dispersa nel relativo solvente.
- b) Il secondo e terzo strato o strati di copertura saranno costituiti da resina acrilica monocomponente costituita da biossido di titanio e pigmenti dispersi nel relativo solvente.

Gli spessori in micron degli strati finiti, misurati sul film secco, saranno quelli indicati nell'Elenco Prezzi.

Ogni strato dovrà coprire totalmente quella precedente. Le successive mani della vernice dovranno essere applicate, qualora non altrimenti disposto, con intervallo non inferiore a 24 ore l'una dall'altra e semprechè la mano sottostante risulti perfettamente essiccata.

Le operazioni di verniciatura non dovranno essere effettuate quando la temperatura dell'aria sia inferiore a +5°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà adottare tutte le necessarie precauzioni per non imbrattare con la vernice eventuali installazioni presenti, nonché la pavimentazione; a tale scopo dovranno essere predisposte a cura e spese dell'Appaltatore opportune protezioni da rimuovere a lavori terminati.

Ove necessario l'area da verniciare dovrà essere delimitata e/o riquadrata con opportune nastrature da applicare prima di iniziare i lavori al fine di ottenere rifiniture nette e rettilinee.

#### Art. 47.5 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 47.5.1 Misurazione

Il trattamento protettivo di superfici in calcestruzzo sarà contabilizzato in base all'area verniciata approvata dalla Direzione Lavori.

L'area relativa ad aperture con area inferiore a  $0,50 \text{ m}^2$  non saranno dedotte.

##### 47.5.2 Valutazione dei Lavori

Il trattamento protettivo di superfici in calcestruzzo sarà valutato in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzi d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura dei materiali, la preparazione del fondo, l'applicazione, le eventuali nastrature, le protezioni e gli eventuali ponteggi ed impalcati.

### **Art. 48 MURATURE IN BLOCCHI DI CEMENTO ED ARGILLA ESPANSA**

#### Art. 48.1 Materiali

##### 48.1.1 Acqua , Cemento e Sabbia

L'acqua, il cemento e la sabbia per la malta saranno rispondenti ai requisiti specificati nei Paragrafi precedenti del presente volume

##### 48.1.2 Calce Idraulica

La calce idraulica dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche dettate dal D.M. 31/08/72 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche" (G.U. n. 287 del 06/11/72) e successive modifiche.

##### 48.1.3 Blocchi Cavi

I blocchi cavi saranno costituiti da una miscela di calcestruzzo e di granulato di argilla espansa e prefabbricati mediante il metodo di vibrocompressione.

I blocchi avranno le superfici esterne adatte a ricevere intonaci.

Le dimensioni, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori, saranno di  $40 \times 20$  o  $50 \times 20 \times (24,5-25 \text{ spessore})$ .

La resistenza a rottura per compressione degli elementi cementizi prefabbricati vibro- compressi non dovrà essere inferiore a  $50 \text{ kg/cm}^2$  per carichi riferiti alla superficie netta e facendo agire il carico nella direzione dei fori su facce rese piane e parallele con pasta di cemento.

## Art. 48.2 Malte

La malta per murature portanti esterne dovrà essere composta da una miscela di cemento, sabbia ed acqua nelle seguenti quantità:

- Cemento: 500 kg per m<sup>3</sup> d'impasto;
- Acqua: quantità necessaria per ottenere un impasto facilmente lavorabile.

La malta per murature portanti interne dovrà essere composta da una miscela di cemento, calce, sabbia ed acqua nelle seguenti quantità:

- Cemento: 200 kg per m<sup>3</sup> d'impasto;
- Calce idraulica: 300 kg per m<sup>3</sup> d'impasto
- Acqua: quantità necessaria per ottenere un impasto facilmente lavorabile.

La malta sarà preparata in adatta betoniera ed il tempo di mescolamento non sarà inferiore a 4 minuti contati dal momento che tutti gli ingredienti della miscela sono stati caricati.

### 48.2.1 Esecuzione

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti sia fra le varie parti di esse.

La muratura procederà a filari rettilinei, con i piani di posa normali alle superfici viste. All'innesto coi muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

Le facce delle murature dovranno essere mantenute bagnate per almeno 3 giorni dalla loro ultimazione ed anche oltre qualora fosse richiesto dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad eseguire i travetti in calcestruzzo armato in corrispondenza di eventuali porte, finestre ed aperture similari che fossero necessari per la costruzione dei muri portanti.

### 48.2.2 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### a. Misurazione

Le murature portanti in blocchi in calcestruzzo saranno contabilizzati in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

#### b. Valutazione dei Lavori

Le murature portanti in blocchi di calcestruzzo saranno valutati in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura dei materiali, la malta, la costruzione ed i ponteggi ed impalcati a qualsiasi altezza.

## **Art. 49 INTONACI CEMENTIZI**

### 49.1. Materiali

#### a. Acqua, Cemento e Sabbia

L'acqua, il cemento e la sabbia per la malta saranno rispondenti ai requisiti specificati nei Paragrafi precedenti del presente volume

#### b. Calce Idraulica

La calce idraulica dovrà essere conforme alle specifiche dei Paragrafi precedenti del presente volume .

#### Art. 49.2 Malte

La malta per il rinzafo dovrà essere composta da una miscela di cemento, calce, sabbia ed acqua nelle seguenti quantità:

- Cemento: 300 kg per m<sup>3</sup> d'impasto;
- Calce: 200 kg per m<sup>3</sup> d'impasto
- Acqua: quantità necessaria per ottenere un impasto facilmente lavorabile.

La malta per l'intonaco rustico sarà costituita da premiscelato a base di leganti aerei ed idraulici.

La malta per l'arricciatura sarà costituita da premiscelato rasante a base di cemento, calce, inerti selezionati ed additivi.

La malta per rinzafo sarà preparata in adatta betoniera ed il tempo di mescolamento non sarà inferiore a 4 minuti contati dal momento che tutti gli ingredienti della miscela sono stati caricati.

Per gli intonaci premiscelati il mescolamento meccanico non sarà necessario a meno che non sia raccomandato dal loro produttore.

#### Art. 49.3 Preparazione del Fondo

Prima di applicare l'intonaco le superfici delle basi dovranno essere uniformi, livellate, prive di contaminazioni e di parti instabili.

Per assicurare un miglior ancoraggio degli intonaci da applicare su opere in calcestruzzo, si dovranno irruvidire le superfici immediatamente dopo la rimozione dei casseri e prima che il calcestruzzo sia completamente indurito.

#### Art. 49.4 Esecuzione degli Intonaci

Prima dell'applicazione degli intonaci sulle superfici delle murature, dovranno essere predisposte opportune fasce, eseguite sotto regoli di guida, in numero sufficiente per assicurare spessori uniformi e una buona planarità delle superfici finali.

Lo strato di fondo o rinzafo sarà applicato energicamente per ottenere una buona adesione del materiale alla muratura e la penetrazione della malta in tutti gli interstizi.

Il rinzafo sarà tirato in piano a frettazzo e quindi saranno eseguiti lo strato di intonaco rustico e l'arricciatura di finitura.

Ogni strato dovrà essere lasciato asciugare prima di procedere con lo strato successivo e se necessario si potrà provvedere ad una spruzzata con acqua nella stagione calda ad intervalli di 3-4 ore.

La rasatura finale dovrà essere eseguita con spatola o cazzuola metallica in modo da ottenere una superficie piana, chiusa, liscia e senza risalti, ondulazioni e segni di cazzuola.

Gli intonaci, ad opera finita, dovranno avere uno spessore compreso fra 1,5 e 1,8 cm. Gli spigoli, sporgenti o rientranti, saranno eseguiti ad angolo vivo o con opportuno arrotondamento come richiesto.

Ove previsto nei disegni di progetto o richiesto dalla Direzione Lavori per le esigenze funzionali delle opere da eseguire, l'Appaltatore provvederà alla posa in opera di paraspigoli in lamiera di alluminio o di altro tipo.

#### Art. 49.5 Misurazione e Valutazione dei Lavori

#### 49.5.1 Misurazione

Gli intonaci saranno contabilizzati in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

L'area relativa ad aperture aventi un'area inferiore a 0.50 m<sup>2</sup> non saranno dedotte.

#### 49.5.2 Valutazione dei Lavori

Gli intonaci saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte con nessuna esclusione ed in particolare: la fornitura dei materiali, la preparazione del fondo, la malta, l'applicazione, gli eventuali paraspigoli, i ponteggi ed impalcati a qualsiasi altezza.

### **Art. 50 OPERE DA LATTONIERE**

#### Art. 50.1 Materiali

I canali, le scossaline e le converse potranno essere in lamiera zincata, in lamiera preverniciata o in lastra di rame ed avranno forma e sviluppo come prescritto sui Disegni di Progetto.

Lo spessore delle lamiere non sarà inferiore a 8/10 di millimetro.

#### Art. 50.2 Lavorazione e Posa in Opera

I canali, le scossaline e le converse saranno lavorate e messe in opera in accordo con i Disegni Esecutivi e le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori.

Tutte le piegature dei manufatti dovranno essere realizzate con piegatrici meccaniche e a fine lavorazione le piegature dovranno risultare a spigolo vivo e evitando eccessivi stiramenti delle lamiere. Solo in casi particolari potranno essere realizzate a mano piccole parti di manufatti.

Tutti i bordi che resteranno in vista dovranno essere rifiniti in modo da evitare parti taglienti.

Le giunzioni dovranno essere realizzate per sovrapposizione di almeno 5 cm e graffature multiple con saldature o interposizione di opportuni sigillanti, in modo da garantire la perfetta tenuta e permettere la dilatazione dei singoli elementi. I giunti per sovrapposizione dovranno essere in numero minimo compatibile con il lavoro da eseguire ed essere disposti in direzione degli scarichi.

Saranno invece ammesse giunzioni con rivettature e chiodature con sovrapposizioni di circa 4 cm, con rivetti distanti 5-6 cm l'uno dall'altro e sfalsati, purchè sigillate con stagnature da eseguire con colate di stagno puro.

Il fissaggio dei manufatti alle strutture portanti sarà realizzato mediante viti di alluminio o di acciaio inossidabile.

Rondelle in neoprene o in altro materiale plastico equivalente dovranno essere interposte sotto le teste degli elementi di fissaggio e tra il manufatto e l'elemento di supporto.

Ove possibile i manufatti saranno fissati direttamente alle strutture mediante avvitarimento in tasselli di legno duro predisposti nelle strutture stesse con l'interposizione di elementi in legno duro o gomma dura.

#### Art. 50.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori



#### 50.3.1 Misurazione

I canali, le scossaline e le converse saranno contabilizzate in base al peso approvato dalla Direzione Lavori.

Il peso delle sovrapposizioni sarà contabilizzato.

#### 50.3.2 Valutazione dei Lavori

I canali, le scossaline e le converse saranno valutate in base al prezzo d'Elenco per chilogrammo.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura dei materiali, la lavorazione, la posa in opera, il fissaggio, gli eventuali ponteggi ed impalcati

### **Art. 51 COPERTURE IN LAMINATO DI VETRORESINA**

#### Art. 51.1 Materiale

Il laminato in vetroresina per coperture sarà del tipo traslucido nei colori di serie con profilo ondulato o piano, ed avrà un peso non inferiore a 0,375 kg/mq.

#### Art. 51.2 Posa in Opera

Il laminato sarà fissato con chiodi autofilettanti o tirafondi zinco-cromati provvisti di rondella a tenuta.

#### Art. 51.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### 51.3.1 Misurazione

Le coperture in laminato di vetroresina saranno contabilizzate in base all'area in opera approvata dalla Direzione Lavori.

##### 51.3.2 Valutazione dei Lavori

Le coperture in laminato di vetroresina saranno valutate in base al prezzo d'Elenco per metro quadrato.

Il prezzo d'Elenco compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura dei materiali, la posa in opera, il fissaggio e gli eventuali ponteggi ed impalcati.

### **Art. 52 TERRENO VEGETALE, INERBIMENTI E PIANTUMAZIONI**

#### Art. 52.1 Terreno Vegetale

##### 52.1.1 Materiale

Per le aree destinate a verde dovrà essere utilizzato terreno vegetale proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di circa 80 cm.

Il terreno dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; inoltre esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

L'Appaltatore dovrà effettuare a sua cura e spese le analisi chimiche del terreno in base alle quali saranno eseguite le concimazioni specifiche prima di effettuare inerbimenti e piantumazioni.

Il materiale potrà essere ottenuto dall'Appaltatore fuori dall'area dei lavori oppure da depositi temporanei formati con terreno vegetale proveniente dagli scavi di scorticamento. Quando possibile il terreno vegetale proveniente dagli scavi di scorticamento sarà trasferito direttamente dallo scavo al sito di collocazione definitiva.

#### 52.1.2 Posa in Opera

Il terreno vegetale sarà steso nelle aree destinate a verde secondo lo spessore specificato per i vari rivestimenti.

Eventuali zolle saranno frantumate e polverizzate prima di procedere con la lavorazione e concimazione del terreno.

L'Appaltatore dovrà effettuare la concimazione di fondo del terreno, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei seguenti quantitativi:

- Concimi fosfatici: 8 gr per metro quadrato;
- Concimi azotati: 4 gr per metro quadrato;
- Concimi potassici: 3 gr per metro quadrato.

Il terreno sarà lavorato a zappa o con adeguata motozappa, spianando eventuali solcature e depressioni ed aggiungendo ulteriore terreno vegetale ove necessario.

A rivestimento completato, le superfici dovranno risultare perfettamente profilate, prive di accentuate depressioni ed avvallamenti.

#### 52.1.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

La fornitura e la sistemazione in rilevato di terreno vegetale sarà contabilizzato in base al volume approvato dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

La fornitura e la sistemazione in rilevato di terreno vegetale sarà valutato in base ai prezzi d'Elenco per metro cubo.

Il prezzo d'Elenco per la fornitura compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: l'acquisto del terreno da parte dell'Appaltatore oppure la ripresa del terreno da depositi temporanei formati con scavi di scorticamento e il trasporto.

Il prezzo d'Elenco per la sistemazione in rilevato compensa tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la posa in opera nel rispetto dello spessore richiesto, la lavorazione e la concimazione.

### Art. 52.2 Inerbimenti

#### 52.2.1 Sementi

##### a. Miscuglio per Semina con Attrezzature a Pressione

Le sementi per aree a verde da spargere con attrezzature a pressione saranno costituite da un miscuglio composto da *lolium pacei* ( $\pm 20\%$ ), *lolium perenne* ( $\pm 15\%$ ), *poa* in varietà ( $\pm 20\%$ ), *festuca* in varietà ( $\pm 30\%$ ) e *agrostis* in varietà ( $\pm 15\%$  o da equivalente miscuglio indicato o approvato dalla Direzione Lavori.

#### b. Miscuglio per Idrosemina

Le sementi in soluzione acquosa da utilizzare per le seminazioni da effettuare col metodo "bianco-verde" (idro-seminazione) saranno costituiti dal miscuglio sotto specificato o da miscuglio equivalente indicato o approvato dalla Direzione Lavori:

- 400 kg/ha di sementi erbacee costituite dal 25% di leguminose, dal 70% di graminacee e dal 5% di altre specie;
- 3 kg/ha di sementi arbustive costituite da ginestra, rosa canina, ligustro, ecc.;
- 800 kg/ha di concime organico;
- 800 kg/ha di concime chimico;
- 600 kg/ha di resine acriliche;
- 25 kg/ha di additivi vari.

L'Appaltatore dovrà dichiarare il valore effettivo o titolo di ogni semente, come anche il grado di purezza ed il valore germinativo di essa.

La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, che abbiano valori reali inferiori rispetto a quelli approvati ed in questo caso l'Appaltatore dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti richiesti.

#### 52.2.2 Concimi

I concimi saranno del tipo minerale e potranno essere fosfatici, azotati e potassici con titolo medio rispettivamente del 18%, 16% e 40%.

Gli additivi dei concimi saranno costituiti da cellulosa naturale e humus.

Il tipo di concime o la miscela di concimi da utilizzare sarà stabilito in funzione all'analisi chimica dei terreni da trattare.

I concimi minerali semplici o complessi da usare per le concimazioni del terreno dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali del produttore.

#### 52.2.3 Semina Eseguita con Attrezzatura a Pressione

L'inerbimento sarà ottenuto impiegando adeguato collante composto da scarto di cellulosa e distribuendo il seme ed il concime sulle scarpate in modo tale da averne un quantitativo uniforme su tutta la superficie.

Le lavorazioni dovranno essere le seguenti:

- Preparazione del terreno per la semina;
- Spandimento del seme e del concime a pressione con quantitativo non inferiore a 120 Kg per ettaro;
- Successivo eventuale innaffiamento, mediante aspersione di acqua a bassa pressione;
- Spandimento di adatto concime all'atto della germinazione.

#### 52.2.4 Inerbimento Eseguito con Idrosemina

L'inerbimento con idrosemina sarà effettuato su uno strato di terreno vegetale adeguatamente preparato.

L'idrosemina sarà eseguita mediante macchina idroseminatrice ad alta pressione utilizzando una soluzione acquosa composta da:

- Miscuglio di semi;
- Fertilizzante;
- Resine fissatrici.

#### 52.2.5 Innaffiamento

Le aree a verde dovranno essere innaffiate a intervalli regolari, in funzione delle reali condizioni atmosferiche, mediante aspersione di acqua a bassa pressione fino ad ottenere un inerbimento fitto ed uniforme.

Eventuali inerbimenti che presentino irregolarità dovranno essere tempestivamente rimediati a cura ed a spese dell'Appaltatore.

#### 52.2.6 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

Gli inerbimenti mediante semina manuale o idrosemina saranno contabilizzati in base all'area approvata dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

Gli inerbimenti mediante semina manuale o idrosemina saranno valutati in base ai prezzi d'Elenco per metro quadrato.

I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura delle sementi e dei concimi, lo spargimento, la concimazione, l'irrigazione, gli sfalci, la manutenzione fino al completo ed uniforme attecchimento e gli eventuali interventi integrativi.

### Art. 52.3 Piantumazioni

#### 52.3.1 Essenze

Le essenze da utilizzare per i lavori di piantumazione saranno di natura boschiva nelle varietà prevalenti esistenti nella zona da rimboschire.

Per quanto riguarda la specie e l'altezza, si dovrà fare riferimento alle indicazioni riportate nella descrizione dell'Elenco Prezzi.

Le piantine saranno fornite con zolla e saranno prive capitozzature, lesioni al tronco, e malattie. Inoltre l'apparato radicale dovrà essere ben sviluppato.

Le piantine dovranno avere una altezza media ed un diametro alla base del fusto di dimensione mediamente costante, in modo da ottenere uno sviluppo uniforme della vegetazione.

#### 52.3.2 Messa a Dimora

Le piante saranno messe a dimora in buche aventi un diametro ed una profondità compatibili con l'apparato radicale.

Dopo la posa di ogni pianta, la buca sarà riempita con terreno vegetale della qualità specificata nell'Articolo 65.1 del presente volume facendo in modo di compattarlo leggermente al fine di evitare sensibili cedimenti.

Attorno al rinterro dovrà essere formata una conca costituita da un cordone di terreno con altezza di circa 10-15 cm avente la funzione di facilitare il contenimento dell'acqua durante l'irrigazione.

Ogni pianta dovrà avere un tutore in legno infisso nel rinterro e provvisto di legature alla pianta del tipo elastico.

Le piantine dovranno essere innaffiate a intervalli regolari, in funzione delle reali condizioni atmosferiche, mediante aspersione di acqua a bassa pressione fino ad ottenere un completo attecchimento. Durante le annaffiature le piantine saranno anche adeguatamente concimate.

Le eventuali piantine che non avessero attecchito o che presentassero scarsa vitalità, dovranno essere tempestivamente sostituite a cura ed a spese dell'Appaltatore.

#### 52.3.3 Misurazione e Valutazione dei Lavori

##### a. Misurazione

La messa a dimora di piantine sarà contabilizzata in base al numero approvato dalla Direzione Lavori.

##### b. Valutazione dei Lavori

La messa a dimora di piantine sarà valutata in base ai prezzi d'Elenco per ogni unità. I prezzi d'Elenco compensano tutti gli oneri menzionati nelle presenti Specifiche ed anche quelli non menzionati, ma necessari per effettuare i lavori a regola d'arte ed in particolare: la fornitura, la formazione della buca, la messa a dimora, la concimazione, il rinterro con terra vegetale, il tutore, l'irrigazione, la manutenzione fino al completo ed uniforme attecchimento e gli eventuali interventi integrativi

## **CAPO XIV – IMPIANTI ELETTRICI**

### **Art. 53 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE FORNITURE E LORO POSA IN OPERA**

Tutte le forniture dovranno avere le caratteristiche tecniche richieste dal progetto esecutivo, come dettagliatamente descritte nell'Elenco Prezzi Unitari e nella Relazione Tecnica, elaborati progettuali che si considerano parte integrante del presente Capitolato Speciale d'Appalto, oltre che dalle direttive prescritte dalla Direzione Lavori e dovranno essere poste in opera a perfetta regola d'arte, corredate da tutti gli accessori necessari anche se non specificatamente indicati.

Particolare cura dovrà essere posta da parte della ditta aggiudicataria nel disporre le suddette forniture in modo che ne risulti una realizzazione ordinata ed esteticamente accettabile e questo anche per le parti non in vista. I materiali e le apparecchiature da usare nella esecuzione degli impianti elettrici dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e dovute all'umidità alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

I materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle Norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI - UNEL ove queste esistono.

La rispondenza dei materiali e delle apparecchiature alle prescrizioni di tali Norme e tabelle deve essere attestata dal Marchio IMQ e dalla certificazione della ditta costruttrice.

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione degli impianti dovranno essere costruiti da ditte classificate ISO 9002 come prescrive la circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996.

La marcatura CE prevista dalla direttiva 305/2011/UE è divenuta obbligatoria per molti prodotti e materiali anche se non espressamente indicata nelle voci di elenco prezzi.

Anche qualora non esplicitamente riportato, laddove nell'Elenco Prezzi Unitari e nell'Analisi Prezzi vengano individuati prodotti o materiali con marchi e modelli commerciali, deve essere considerata sempre affiancata l'indicazione "o equivalente" (oppure la sigla "o e.a.") secondo quanto prescritto dall'art. 68 (Specifiche tecniche) del D.Lgs 18 aprile 2016 n.50, al fine di consentire pari accesso agli offerenti, senza creare ostacoli ingiustificati all'apertura dei contratti pubblici alla concorrenza.

L'accettazione di prodotti diversi da quelli previsti nell'Elenco Prezzi Unitari e nell'Analisi Prezzi sarà in capo al Direttore dei Lavori che, valutata approfonditamente l'equivalenza tecnica di quanto proposto in termini costruttivi, funzionali, prestazionali e di durata operativa rispetto a quanto previsto, sentiti anche il Responsabile del Procedimento e l'Ufficio Tecnico dell'Amministrazione, si esprimerà in termini positivi o negativi.

### **Art. 54 ...DOCUMENTAZIONI DA CONSEGNARE**

Alla fine dei lavori e preliminarmente all'emissione del Certificato di Regolare Esecuzione / Collaudo l'installatore dovrà provvedere alla consegna dei seguenti elaborati (n° 2 copie cartacee + n° 1 supporto CD):

- Aggiornamento delle Tavole Planimetriche As-Built in formato dwg, suddivise per quadro elettrico di appartenenza, con riportato il posizionamento dei punti luce e la tipologia degli apparecchi illuminanti utilizzati e relativa numerazione;
- Restituzione planimetrica in formato dwg, suddivisa per quadro elettrico di appartenenza, dell'andamento dei cavidotti interrati, dei pozzetti di derivazione, della sezione delle linee di alimentazione e relativa tipologia;
- Individuazione dei vari circuiti sottesi al Quadro Elettrico di appartenenza;
- Schema a blocchi con la potenza massima sottesa a ciascun circuito;
- Dichiarazione di conformità alla Norma CEI 64.8 Sez. 714 "Impianti elettrici di illuminazione situati all'esterno";
- Dichiarazione di conformità alla L.R. 5 ottobre 2015, n. 31 di produttore e installatore degli apparecchi illuminanti;
- Schede tecniche dettagliate degli apparecchi illuminanti con tecnologia a led utilizzati, corredate di scheda AIDI e curve fotometriche in formato file .ldt;

- Calcoli illuminotecnici aggiornati in funzione degli apparecchi illuminanti utilizzati (qualora diversi da quelli di progetto);
- Garanzia scritta della durata di 5 anni rilasciata dal produttore degli apparecchi illuminanti utilizzati, con esplicito riferimento al/ai lotto/i di fornitura del presente affidamento (ddt o altro);
- Fascicoli dei materiali utilizzati e loro conformità alle norme applicabili;
- Relazione tecnica delle verifiche iniziali secondo Norme CEI 64.14, nella quale evincere:
  - verifica della protezione da contatti diretti;
  - verifica della protezione da contatti indiretti;
  - verifica del valore di isolamento dell'impianto;
  - verifica del valore della resistenza di terra;
- Certificato di conformità secondo Legge 186 del 01.03.1968 per ciascun intervento previsto nel progetto;
- Certificato di conformità secondo Norme CEI 64.8 – V2;
- Certificato di conformità secondo Norme CEI 23.51 relativi ai Quadri Elettrici;
- Certificato di conformità secondo Norme UNI EN 12767 dei sostegni a sicurezza passiva;
- Schemi dei Quadri Elettrici aggiornati As-Built (n° 2 copie + DWG);
- Manuali d'uso e manutenzione.

La documentazione di cui sopra potrà essere oggetto di modifica e/o integrazione a discrezione del Direttore dei Lavori e/o del Collaudatore, in funzione dei lavori effettivamente svolti, senza che l'Appaltatore possa sollevare eccezione alcuna.

## **Art. 55 ...VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA**

Le verifiche e le prove preliminari sotto elencate saranno effettuate durante l'esecuzione delle opere e prima della stesura dei verbali di ultimazione dei lavori:

- Verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura dei materiali e delle apparecchiature costituenti gli impianti siano qualitativamente e quantitativamente corrispondenti al progetto;
- Verifiche e prove intese ad accertare:
  - lo stato di isolamento dei circuiti;
  - la continuità elettrica dei circuiti;
  - il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
  - l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
  - l'efficienza delle connessioni di terra;
- Prove di funzionamento di tutte le apparecchiature installate intese ad accertare che non ve ne siano alcune non funzionanti o funzionanti in modo anomalo;
- Verifica della funzionalità e dell'esatta programmazione del sistema di regolazione del flusso luminoso, sonda LTM, telecontrollo.

Le verifiche di cui sopra potranno essere oggetto di modifica e/o integrazione a discrezione del Direttore dei Lavori e/o del Collaudatore in corso d'opera, in funzione dei lavori effettivamente svolti, senza che l'Appaltatore possa sollevare eccezione alcuna.

Le modalità delle prove e delle verifiche preliminari saranno stabilite dal Direttore dei Lavori e/o dal Collaudatore in corso d'opera e di essa verrà redatto un regolare verbale da allegare agli atti del collaudo finale.

Resta inteso che in esito favorevole delle verifiche e prove preliminari non esime la ditta aggiudicataria dall'essere responsabile degli impianti fino al termine del periodo di garanzia.

## **Art. 56 ...COLLAUDO TECNICO**

Le modalità delle operazioni di collaudo, sono quelle richieste dalle Leggi e Normative vigenti e cioè:

- D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50 "Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture";
- D.P.R. 05.10.2010, n. 207 "Regolamento di attuazione del codice dei contratti", per le parti ancora in vigore;

- D.M.14.01.2008 riguardante le norme tecniche per le costruzioni in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- D.M.17.01.2018 riguardante le norme tecniche per le costruzioni in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- DM 22 gennaio 2008, n. 37;
- D.L.vo 42/2004 Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali;
- D.L.vo 152/2006 – Codice dell’ Ambiente;
- D.L.vo 81/2008 – Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Regolamento regionale del 24 aprile 2006 n. 7 “Norme tecniche per la costruzione delle strade”;
- D.Lgs. 285/92 “Codice della Strada” e s.m.i.;
- L. 120/2010 “Disposizioni in materia di sicurezza stradale” e successivi decreti ministeriali di attuazione;
- D.P.R. 495/92 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada”;
- Legge Regionale 5 ottobre 2015, n. 31 “Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso”;
- Norma CEI 64.8 Sez. 714 “Impianti elettrici di illuminazione situati all’esterno”;
- Norma UNI 11248 “Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- Norma UNI EN 13201-2:2016 “Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali”;
- Norma DIN 67 523 “Illuminazione attraversamenti pedonali”;
- Norme CEI 64.14 “Verifiche iniziali degli impianti elettrici”;
- Norme CEI 64.8 - CEI 64.12;
- Legge n° 186 del 01.03.1968;
- Prescrizioni del Capitolato Speciale d’ Appalto.

È comunque facoltà del collaudatore effettuare, oltre a quanto previsto dalle Leggi e Normative vigenti, tutte le prove e le verifiche ritenute necessarie all’ accertamento della buona esecuzione e della funzionalità delle opere.

Il certificato di regolare esecuzione / collaudo sarà emesso solamente in seguito all’ esito positivo di tutte le verifiche tecniche, ivi compreso il collaudo tecnico degli impianti, atte a stabilire l’ idoneità e la conformità tecnica rispetto al progetto nonché la funzionalità degli impianti.

Per ogni Quadro Elettrico sarà eseguita una verifica tecnica con:

- Misura della resistenza di terra;
- Misura del livello d’ isolamento;
- Misure adottate per la protezione da contatti diretti;
- Misure adottate per la protezione da contatti indiretti;
- Rilievo dei prelievi sulle singole fasi;
- Rilievo dei prelievi in potenza per i singoli circuiti.

## **Art. 57 GARANZIA OPERE REALIZZATE**

### **Art. 57.1 .Garanzia**

L’ Appaltatore dovrà garantire tutte le opere realizzate, sia per la qualità dei materiali, sia per la loro realizzazione per una durata di **24 mesi dalla data del certificato di collaudo provvisorio o certificato di regolare esecuzione.**

Pertanto fino al termine di tale periodo la ditta aggiudicataria dovrà riparare a sua cura e spese, nessuna esclusa, tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero verificare per effetto della non buona qualità dei materiali e per difetto di montaggio e comunque per cause attribuibili ad essa. La garanzia delle opere non sarà riversata sulle ditte fornitrici dei materiali o delle apparecchiature sulle quali, eventualmente, la ditta aggiudicataria si potrà rivalere.

**Costituisce eccezione rispetto ai termini sopra indicati, la garanzia da assicurare relativamente agli apparecchi illuminanti a led installati, per i quali l’ Appaltatore dovrà garantire il perfetto funzionamento per la durata di 60 mesi dalla data del certificato di collaudo provvisorio o certificato di regolare esecuzione.**

Un apparecchio verrà considerato guasto o difettoso qualora si verifichi almeno uno dei seguenti casi:



- almeno il 10% dei led che equipaggiano l'apparecchio non funziona;
- il flusso luminoso totale emesso dall'apparecchio è inferiore del 90% rispetto al totale dichiarato dal costruttore;
- non sono rispettati i requisiti prestazionali di cui ai calcoli illuminotecnici di progetto;
- qualsiasi altra non conformità rispetto a quanto previsto da progetto esecutivo.

In caso di apparecchio a led guasto o difettoso l'Appaltatore dovrà garantire la sostituzione o il ripristino completo dello stesso **entro 5 giorni** dalla relativa richiesta di intervento effettuata dall'Amministrazione.

Rientrano tra gli oneri in capo all'Appaltatore la cantieristica ed ogni lavorazione necessaria ad effettuare il ripristino a regola d'arte dell'apparecchio illuminante, a renderlo perfettamente funzionante.

#### Art. 57.2 .Materiali e tecniche d'installazione

Per il montaggio degli impianti elettrici dovranno essere impiegate attrezzature adeguate ed appropriate.

Dovrà essere particolarmente curato, oltre all'aspetto generale dei lavori, l'accesso per la manutenzione e l'esercizio delle apparecchiature, l'ordinata disposizione dei cavi nelle relative canalizzazioni e la loro marcatura.

Eventuali varianti nella sistemazione delle apparecchiature nelle cabine elettriche, e/o nelle gallerie, conseguenti a necessità programmatiche e/o soluzioni migliorative, dovranno essere concordate con la D.L.

Tutte le apparecchiature in galleria e nelle cabine elettriche dovranno riportare una targhetta con un codice di identificazione da definire con la D.L.

Il tipo di targhetta e il modo di fissaggio dovrà essere concordato con la D.L.

Durante i lavori di installazione dovranno essere adottate precauzioni e tecniche di pulizia in modo che polveri, lubrificanti, limature, sporcizia, grassi ed altri corpi estranei non entrino nelle apparecchiature elettriche, macchine ecc., e rimangano sulle stesse depositate.

### **Art. 58 PROVE E COLLAUDI**

#### Art. 58.1 Prove sui materiali prima dell'installazione

I metodi di prova descritti nel presente paragrafo costituiscono metodi di riferimento; è ammesso l'uso di altri metodi di prova, purché essi forniscano risultati altrettanto validi.

Nel caso in cui una qualsiasi delle seguenti prova indichi la presenza di un difetto, tale prova e ogni altra prova precedente che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato dovranno essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.

##### 6.1.1 Cavi

- Prova della non propagazione della fiamma (autoestinguenza) sul singolo cavo (Norme CEI 20-35 / IEC 332.1)
- Prova della non propagazione dell'incendio su fascio di cavi (Norma CEI 20-22 II)
- Prova della non propagazione dell'incendio su cavi accostati (fascio rado) (Norme CEI 20-22 III / IEC 332.3)
- Prova della resistenza al fuoco (Norme CEI 20-45 e CEI 20-36 / IEC 331)
- Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici (CEI 20-37)

### 6.1.2 Zincatura a caldo per immersione

Procedimento :

1. preparazione della superficie mediante lavaggio e decapaggio;
2. flussaggio del pezzo per prevenire l'ossidazione prima della zincatura;
3. preriscaldamento del materiale con aria calda a temperatura tra i 150/180°;
4. zincatura in vasca di zinco fuso a 45° circa;
5. trattamento di finitura sulla superficie zincata.

### 6.1.3 Quadri elettrici

a) Riferimenti normativi:

- Costruzione: CEI 17-13/CENELEC EN 60439
- Dimensionamento: CEI 64-8/CENELEC HD 384
- Selettività interruttori: IEC 364-4
- Verifica termica sbarre: CEI 17-43/CENELEC HD 52851; CEI-UNEL 01433
- Verifica dinamica sbarre: IEC 865
- Calcolo di correnti di c.to-c.to: IEC 363/IEC 909
- Involucri di protezione: CEI EN 60529/CENELEC HD 365
- Trasformatori di isolamento e sicurezza: CEI 96-2/CENELEC EN 60742
- Contattori: CEI 17-3/CENELEC HD 419
- Interruttori: CEI EN 60947-2/CEI 17-11/CEI 23-3/ CEI 23-18
- Apparecchi ausiliari di comando: CEI 17-12/CEI 17-14/CENELEC HD 420
- Contrassegni e identificazioni: CEI 16-1/CEI 16-3/CEI 16-4/CEI 16-5/CEI 16-6
- Trasformatori di corrente: CEI 38-1
- Trasformatori di tensione: CEI 38-2
- Trasformatori di misura: CEI 38-3

b) Elenco delle verifiche, ispezioni, prove e controlli secondo CEI 17-13

- Verifica dei limiti di sovratemperatura (prova di tipo)
- Verifica di tenuta alla tensione applicata (prove di tipo)
- Verifica di tenuta al cortocircuito (prova di tipo)
- Verifica dell'effettiva continuità metallica fra le masse e i circuiti di protezione (ispezione o misura della resistenza)
- Verifica della tenuta al cortocircuito del circuito di protezione (prova di tipo)
- Verifica delle distanze in aria e superficiali
- Verifica del funzionamento meccanico
- Verifica del grado di protezione meccanica
- Esame a vista dell'apparecchiatura includente l'ispezione del cablaggio e, se necessario, la prova del funzionamento elettrico
- Prova di tensione applicata
- Controllo delle misure di protez. e della continuità del circuito di protezione
- Verifica della resistenza meccanica tramite prova (prova di tipo)
- Verifica della resistenza alla corrosione tramite prova (prova di tipo)
- Verifica della resistenza all'urto (prova di tipo)
- Verifica della resistenza alla ruggine (prova di tipo)
- Verifica della resistenza dei materiali isolanti al calore, alla temperatura anormale e al fuoco dovuti ad effetti elettrici interni (prova di tipo)

## Art. 58.2 Verifiche e prove per la messa in servizio e collaudo provvisorio

### 58.2.1 Generalità

Le verifiche e le prove di seguito riportate sono quelle da eseguire prima della messa in tensione e la successiva messa in servizio degli impianti e comprendono le tipologie di cui alle successive posizioni.

Queste attività rappresentano un collaudo provvisorio con il buon esito del quale è possibile rendere l'impianto operativo se il Committente lo richiedesse.

Alcune attività specifiche sono dettagliate a seguito del paragrafo 5.4, anche se in pratica devono essere eseguite prima della messa in tensione. Se le verifiche e misure fossero eseguite già durante le prove, in contraddittorio con il Committente e trascritte sugli appositi moduli, esse avranno valore ai fini del collaudo definitivo.

La D.L. si riserva di procedere a visite periodiche presso le officine di costruzione delle apparecchiature (trasformatori, quadri elettrici, gruppi elettrogeni, UPS, PLC, ecc.) per verificare lo stato di avanzamento produttivo e la rispondenza delle caratteristiche tecniche a quanto richiesto.

L'Appaltatore dovrà comunicare ufficialmente, a mezzo lettera, con anticipo di almeno 15 giorni solari, le date di prova in officina e la tipologia di prove di accettazione (routine tests) in accordo alle norme di riferimento.

La D.L. si riserva di partecipare, anche con un suo rappresentante, alle prove in oggetto. L'elenco delle prove di seguito descritte hanno valore indicativo e non esaustivo.

58.2.2 Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti.

Per le prove di funzionamento e di rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza), siano conformi a quelle previste nei documenti di progetto.

Per la verifica in corso d'opera, per quella provvisoria a ultimazione dei lavori e per il collaudo definitivo, la Ditta Appaltatrice è tenuta, a richiesta del Committente, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le verifiche, senza potere, per ciò, accampare diritti a maggiori compensi.

58.2.3 Verifica circuitale degli impianti (prove in bianco)

La verifica circuitale dovrà accertare che gli impianti siano in condizione di poter ricevere tensione nei circuiti di potenza e che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni.

In particolare dovrà controllare:

- lo stato generale dell'impianto installato: esame a vista (valido ai fini del collaudo definitivo se effettuata a verbale ultimazione lavori d'installazione firmato) e comprendente la verifica delle protezioni contro i contatti diretti;
- la continuità elettrica dei circuiti (verifica degli I/O e dei segnali analogici tra i vari sistemi e verso i PLC e RIO);
- la misura d'isolamento dei circuiti e dei cavi come riportato nel seguito;
- le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei sistemi di rivelazione incendio;
- l'efficienza dei comandi locali e di emergenza;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti (prove sui relé differenziali);
- la continuità delle messe a terra delle masse e delle masse estranee;
- la misura della resistenza totale di terra;
- le prove d'intervento delle protezioni contro i corto circuiti ove questo sia possibile (relé indiretti).

58.2.4 Esame a vista

Dovrà essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari riferite all'impianto installato.

Il controllo dovrà accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative ed alle specifiche tecniche e non presenti danni che ne possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista dovranno essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne,
- identificazione dei conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

È opportuno che tali esami inizino durante l'esecuzione dei lavori.

#### 58.2.5 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto

Si dovrà verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si controllerà che il dimensionamento sia stato eseguito in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; si verificherà inoltre che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

#### 58.2.6 Misura della resistenza di isolamento.

Si esegue con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia di circa 125 V nel caso di muratura su parti di impianto di categoria O oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, di circa 500 V nel caso di misura su parti di impianto di 1a categoria e 5kV per quelli di 2 categoria.

La misura andrà effettuata tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante lo svolgimento della stessa, gli apparecchi utilizzatori dovranno essere disinseriti.

La misura va riferita a ogni circuito, intendendosi per circuito la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.
- I valori minimi ammessi per costruzioni prefabbricate sono:
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 150.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

#### 58.2.7 Verifica delle stabilità dei cavi.

Si dovrà procedere a estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi.

La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente a una percentuale compresa tra l' 1% e il 5% della lunghezza totale.

A questa verifica prescritta dalla norma CEI 11-11 (Impianti elettrici degli edifici civili), si dovranno aggiungere, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, le verifiche relative al rapporto tra diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuti, e al dimensionamento dei tubi o condotti.

Quest'ultima verifica si dovrà effettuare a mezzo di apposita sfera come descritto nella norma CEI anzi richiamata.

#### 58.2.8 Misura delle cadute di tensione.

La misura delle cadute di tensione va eseguita tra il punto di inizio dell'impianto e il punto scelto per la prova mediante l'inserimento di un voltmetro nel punto iniziale e un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione). Dovranno essere alimentati

tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si farà riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione delle sezioni delle condutture. Le letture dei due voltmetri verranno eseguite contemporaneamente e si procederà poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

#### 58.2.9 Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi

Si dovrà controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

#### 58.2.10 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti.

Dovranno essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra, tra cui:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni. Occorrerà inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che andrà effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;
- controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente differenziale; se richieste dall'amministrazione Appaltante, misure delle tensioni di contatto e di passo, che vengono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati, seguendo le istruzioni fornite dalla norma CEI 64-8.

#### 58.2.11 Prova della continuità dei conduttori di protezione

Deve essere eseguita una prova di continuità. Si raccomanda che questa prova venga effettuata con una corrente di almeno 0,2A, utilizzando una sorgente di tensione alternata o continua compresa tra 4V e 24V a vuoto

#### 58.2.12 Verifica della separazione dei circuiti

La separazione dei circuiti deve essere verificata in accordo con il sottoelencato punto A) in caso di protezione mediante SELV, con il punto B) in caso di protezione mediante PELV e con il punto C) in caso di protezione mediante separazione elettrica.

##### *A) Protezione Mediante SELV*

La separazione delle parti attive del sistema SELV da quelle di altri circuiti e dalla terra, deve essere verificata mediante una misura della resistenza di isolamento. I valori di resistenza ottenuti devono essere non inferiori a 0,25 M $\Omega$  ad una tensione di prova di 250V in c.c.

##### *B) Protezione mediante PELV*

La separazione delle parti attive del sistema PELV da quelle di altri circuiti deve essere verificata mediante una misura della resistenza di isolamento. I valori di resistenza ottenuti devono risultare come al punto A).

#### *C) Protezione mediante Separazione Elettrica*

La separazione delle parti attive da quelle di altri circuiti e dalla terra deve essere verificata mediante una misura della resistenza di isolamento. I valori di resistenza ottenuti devono essere non inferiori a 0,5 M $\Omega$  ad una tensione di prova di 500 V in c.c.

#### 58.2.13 Misura della resistenza di terra

Dovrà essere prevista detta misura per verificare la condizione di protezione dai contatti indiretti, per eventuale guasto sul lato esercito in Media Tensione.

Le procedure da seguire dovranno essere quelle richiamate dalle Norme CEI 11-8 tenuto conto che, nell'ipotesi che il valore di Resistenza di terra misurato risulti eccedente quello necessario, dovrà, a carico dell'Appaltatore e senza rivalsa economica nei confronti della Direzione Lavori, essere effettuata la misura delle tensioni di passo e di contatto.

#### 58.2.14 Misura dell'impedenza dell'anello di guasto

La misura necessaria, al fine della protezione dai contatti indiretti, dovrà essere eseguita, indipendentemente dalla presenza di dispositivi automatici con componente differenziale, per verificare il coordinamento richiamato dall'art.413.1.3.3 Norme CEI 64-8/4.

#### 58.2.15 Prova di polarità

Quando sia vietato installare dispositivi di interruzione unipolare sul conduttore di neutro, si dovrà effettuare una prova di polarità per verificare che tali dispositivi siano installati solo sulle fasi.

### Art. 58.3 Verifica funzionale

La verifica funzionale dovrà accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente secondo il progetto e con tutti gli interblocchi operativi e di sicurezza. Fanno parte di queste prove:

- la messa in esercizio dei sistemi di distribuzione primaria;
- commutazioni rete-gruppo;
- vari assetti che l'impianto d'illuminazione e di ventilazione in galleria possono assumere;
- la messa in servizio degli apparati di supervisione;
- la verifica sulle postazione di supervisione degli allarmi e degli stati, la pagine video, ecc.

La verifica funzionale ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio delle prove di funzionamento degli impianti ad uso degli utenti ai quali sono destinati.

### Art. 58.4 Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo dovrà avere inizio dalla data di ultimazione dei lavori e concludersi, entro i termini definiti dai documenti contrattuali.

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti e i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel progetto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori con l'approvazione della D.L.

Si dovrà procedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei Vigili del fuoco;
- rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;

- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto.
  - In particolare, occorrerà verificare che:
  - siano state osservate le norme tecniche generali e di sicurezza;
  - gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel presente progetto, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;
  - gli impianti e i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori su disposizione o benestare della D.L.;
  - i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;
- Inoltre dovranno ripetersi i controlli prescritti per la verifica funzionale e si dovrà redigere l'apposito verbale del collaudo definitivo.

#### Art. 58.6 Prove sistematiche di controllo in fase esecutiva

In relazione a quanto precisato circa la qualità e le caratteristiche dei materiali impiegati e da impiegare, l'Appaltatore dovrà sottostare a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Committente, ed anche alle verifiche in sito, sulle rispondenze funzionali di ogni prodotto prima dell'installazione. I campioni per le verifiche in sito verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi dovrà essere ordinata la conservazione previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente Capitolato.

#### Art. 58.7 Marcatura

Una targa di identificazione, con apposita codificazione da stabilire secondo lo standard del Committente, dovrà essere applicata sul corpo di ogni apparecchiatura, nessuna esclusa, come ad esempio apparecchi illuminanti, ventilatori, cassette idranti, quadri elettrici, prese FM, pulsanti, cassette di derivazione, rilevatori, ecc. Le targhe saranno indelebili e realizzate in materiale robusto ed idoneo all'ambiente di installazione.

La codifica riportata sulle targhe di identificazione dovrà corrispondere a quella rappresentata sulla documentazione del progetto esecutivo, sulla documentazione as-build e sulle pertinenti mappe grafiche del sistema di supervisione, al fine di garantire l'univocità tra quanto installato in campo e quanto disponibile su supporto cartaceo ed informatico.

#### Art. 58.8 Verniciatura

L'Appaltatore dovrà garantire la rispondenza alle condizioni ambientali d'installazione. Le schede tecniche di verniciatura e il ciclo completo dovranno essere sottoposti alla Direzione Lavori per approvazione.

#### Art. 58.9 Servizi

##### 58.9.1 Magazzino

L'Appaltatore dovrà prevedere, a propria cura e spesa, magazzini sia all'aperto che al chiuso, per la conservazione di tutte le apparecchiature e materiali necessari alla realizzazione degli impianti. Le condizioni saranno tali da garantire che il materiale immagazzinato non subisca deterioramenti a causa di agenti atmosferici od altro.

##### 6.9.2 Facilities

L'Appaltatore dovrà provvedere per proprio conto al fabbisogno per il cantiere di energia elettrica, acqua, aria compressa, ecc. ed in generale di qualunque altro servizio necessario alla installazione dei sistemi ed apparecchiature oggetto della fornitura.

#### Art. 58.10 Imballaggi

Le apparecchiature saranno preparate per la spedizione in modo da non essere danneggiate durante il trasporto e le operazioni di carico e scarico.

Nel limite del possibile, gli imballaggi saranno ridotti al minimo indispensabile e realizzati con materie di minimo impatto ambientale. Ove necessario l'imballaggio sarà di tipo domestico in grado di garantire una buona protezione contro gli urti e le intemperie durante il trasporto.

Gli imballaggi, al termine dell'utilizzo, dovranno essere smaltiti a cura e spese dell'Appaltatore, nel rispetto delle vigenti Norme in materia di rifiuti.

#### Art. 58.11 Trasporti

La fornitura dovrà includere il trasporto delle apparecchiature dalle officine di costruzione fino al cantiere di montaggio e comprendere:

- carico degli automezzi in officina;
- trasporto;
- assicurazione di contratto;
- scarico degli automezzi presso il cantiere.

#### Art. 58.12 Montaggi

Il montaggio degli impianti oggetto del presente Capitolato sarà eseguito dall'Appaltatore. Esso dovrà elaborare una procedura di montaggio da sottoporre ad approvazione della Direzione Lavori, con un cronoprogramma suddiviso per categorie di lavorazioni.

#### Art. 58.13 Garanzie

L'Appaltatore dovrà garantire che i materiali inclusi nella fornitura siano nuovi, che corrispondano alle caratteristiche riportate nelle specifiche, che siano di qualità, che la fabbricazione sia effettuata a regola d'arte, adottando tecnologie di produzione consolidate.

L'Appaltatore verificherà a sua cura e spese che i materiali usati abbiano le caratteristiche richieste. A tale scopo produrrà i relativi certificati.

L'Appaltatore dovrà intervenire a proprio carico per effettuare tutti gli interventi che si rendano necessari in caso di mancato ottenimento delle prestazioni previste. In caso di non ottenimento dei valori garantiti, la Direzione Lavori avrà la facoltà di rifiutare la fornitura.

#### Art. 58.14 Parti di ricambio

Dovranno essere incluse nella fornitura le parti di ricambio per l'avviamento degli impianti e per il primo di esercizio. L'Appaltatore dovrà fornire disegni esplicativi della lista dei ricambi, che permettano la corretta identificazione di ogni parte nella sua rispettiva posizione di assemblaggio (viste esplose).

Per le parti di ricambio di attrezzatura e/o strumenti non prodotte dal fornitore, dovrà essere indicato il sub-fornitore ed eventuali rappresentanti di riferimento.

#### Art. 58.15 Assistenza tecnica ed istruzione al personale della Committente

L'Appaltatore dovrà prestare i seguenti servizi, comprendendo nell'offerta i relativi oneri:

- assistenza tecnica ed operativa alla Committente per 1 anno, dopo il collaudo definitivo delle opere, mediante semplice comunicazione telefonica o via e-mail da



parte dei preposti della Committente; l'intervento dovrà essere prestato inderogabilmente entro 24 ore dall'avvenuta comunicazione, anche in ore notturne e/o festive;

- istruzione al personale della Committente, da svolgersi sugli impianti ed in locali messi a disposizione dalla Committente, atto a formare dettagliatamente lo stesso, circa le modalità operative, manutentive e per gli interventi d'emergenza, da svolgersi sulle apparecchiature e sugli impianti.

## CAPO XV – SISTEMA TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE

### Art. 59 – Generalità

Gli impianti di trattamento delle acque meteoriche sono dimensionati in funzione della grandezza nominale definita nel progetto esecutivo.

### Art. 60 – Impianti di trattamento di grandezza nominale: NS20 – 30 - 50

L'impianto di trattamento "in continuo" di dissabbiatura-disoleatura di tipo statico a flusso orizzontale per il trattamento di acque di pioggia di piazzale grandezza nominale: NS20 30 50 - portata max trattabile: 20, 30 50 lt/sec. è composto da n° 1 cameretta di scolmatura e n°1 vasca monoblocco di trattamento a struttura monolitica prefabbricata in C.A.V. a perfetta tenuta stagna da interrare, realizzate con calcestruzzo RcK > 450 Kg./cmq. vibrato su casseri metallici e stagionato a vapore, faccia a vista, con totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia, avente armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata a maglie quadrate e rettangolari tipo B450C controllate in stabilimento, il tutto conforme alla legge Antisismica 1a Cat.,

Le vasche sono complete di copertura carrabile dimensionata per traffico pesante (carichi stradali di 1° categoria) prefabbricata in C.A.V. realizzata con calcestruzzo RcK > 450 Kg./cmq., vibrata su casseri metallici e stagionata a vapore, faccia a vista, con totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia, avente armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata a maglie quadrate e rettangolari tipo B450C controllate in stabilimento, il tutto conforme alla Legge Antisismica 1a Cat. – Compresa apertura per l'ispezione e la manutenzione da proteggere con i chiusini in ghisa classe D400.

Il separatore è progettato e realizzato nel pieno rispetto delle norme UNI EN 858 I – II, elaborate dal Comitato Tecnico CEN/TC 165 "Ingegneria delle acque reflue", nell'ambito del mandato M/118 "Prodotti per ingegneria delle acque reflue" conferito al CEN/CENELEC dalla Commissione Europea e dall'Associazione Europea di Libero Scambio per consentire la marcatura CE nell'ambito della Direttiva relativa ai prodotti da costruzione (89/106/CEE). Le citate norme specificano le definizioni, la scelta delle dimensioni nominali, i principi di progettazione, i requisiti di prestazione, marcatura, prove e controllo qualità degli impianti di separazione per liquidi leggeri.

Il dispositivo garantisce nel reflu scaricato una concentrazione di inquinanti non superiori ai limiti previsti dall'allegato 5 – Tab. 3 – DLgs 152/2006, con specifico riferimento ai seguenti parametri:

- - Idrocarburi Totali
- - Solidi decantabili
- - Solidi sospesi
- 

La vasca internamente è compartimentata per mezzo di paratia stagna in c.a.v., nei due vani di trattamento: vano di dissabbiatura/sfangatura e vano di disoleatura/separazione

#### Tabella dati di progetto e dimensionamento

|                                 |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|
| <b>GN (Grandezza Nominale):</b> | <b>20</b> |        |
| Portata massima in ingresso:    | 20        | lt/sec |
| Volume vano di dissabbiatura:   | 2.100     | lt.    |
| Volume vano di disoleatura:     | 2.100     | lt     |
| Volume totale                   | 4.520     | lt.    |
| Volume stoccaggio oli:          | 300       | lt     |
| DN-IN                           | 200       | mm.    |
| DN-OUT                          | 200       | mm.    |

|                                 |           |        |
|---------------------------------|-----------|--------|
| <b>GN (Grandezza Nominale):</b> | <b>30</b> |        |
| Portata massima in ingresso:    | 30        | lt/sec |
| Volume vano di dissabbiatura:   | 3.000     | lt.    |

|                                    |       |     |
|------------------------------------|-------|-----|
| Volume vano di disoleatura:        | 3.000 | lt  |
| Volume totale                      | 6.000 | lt. |
| Volume max oli separati e stoccati | 450   | lt. |
| DN-IN                              | 250   | mm. |
| DN-OUT                             | 250   | mm. |

|                                    |           |        |
|------------------------------------|-----------|--------|
| <b>GN (Grandezza Nominale):</b>    | <b>50</b> |        |
| Portata massima in ingresso:       | 50        | lt/sec |
| Volume vano di dissabbiatura:      | 5.000     | lt.    |
| Volume vano di disoleatura:        | 5.400     | lt     |
| Volume totale                      | 10.400    | lt.    |
| Volume max oli separati e stoccati | 750       | lt.    |
| DN-IN                              | 315       | mm.    |
| DN-OUT                             | 315       | mm.    |

Il sistema di separazione comprende:

Cameretta di regolazione di portata, prefabbricata in C.A.V. a perfetta tenuta, da interro, realizzata con calcestruzzo RcK > 450 Kg./cmq, con stramazzo tarato in acciaio inox AISI304, per l'invio all'impianto di una portata massima di 20 lt/s, corrispondente alla portata massima di prima pioggia, e lo sfioro in tubazione diretta delle portate eccedenti (21 lt/sec e oltre). Compresa soletta carrabile per traffico pesante (carichi stradali di 1° categoria – 60Kn\Mq)

Vasca monoblocco prefabbricato in C.A.V. a perfetta tenuta, tipo PP/ACC-MB, da interrare, realizzato con calcestruzzo RcK > 450 Kg./cmq. vibrato su casseri metallici ed adeguatamente stagionato, faccia a vista, con totale eliminazione di porosità e “nidi d’ape” superficiali, avente armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata a maglie quadrate e rettangolari tipo B450C controllate in stabilimento, il tutto conforme D.M. 17.01/2018. Altre caratteristiche del calcestruzzo: confezionato con cemento ARS (alta resistenza ai solfati), classe di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione), XS3/XD3 (cls resistente alla corrosione da cloruri), XF3 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo), XA2 (cls resistente ad ambienti chimici aggressivi), secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 206-1:2006

L'impianto è composto da un unico monoblocco a perfetta staghezza e preassemblato, compresi setti interni di separazione tra i comparti presenti: comparto di decantazione fanghi, comparto di separazione idrocarburi con dispositivo a coalescenza.

Dimensioni esterne:

|            |   |                             |
|------------|---|-----------------------------|
| lunghezza  | : | cm 190                      |
| larghezza  | : | cm 190                      |
| altezza    | : | cm 200 + cm 20 di copertura |
| peso vasca | : | Q.li 60                     |

Dimensioni esterne:

|            |   |                             |
|------------|---|-----------------------------|
| lunghezza  | : | cm 230                      |
| larghezza  | : | cm 230                      |
| altezza    | : | cm 210 + cm 20 di copertura |
| peso vasca | : | Q.li 90                     |

Dimensioni esterne:

|            |   |                             |
|------------|---|-----------------------------|
| lunghezza  | : | cm 277                      |
| larghezza  | : | cm 250                      |
| altezza    | : | cm 245 + cm 20 di copertura |
| peso vasca | : | Q.li 110                    |

#### COPERTURA CARRABILE

La vasca è completa di copertura carrabile per traffico pesante (carichi stradali di 1° categoria – 60Kn\Mq) prefabbricata in C.A.V. realizzata con calcestruzzo RcK > 450 Kg./cmq., vibrata su casseri metallici ed adeguatamente stagionata, con totale eliminazione di porosità e “nidi d’ape” superficiali, avente armature interne

d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata a maglie quadrate e rettangolari tipo B450C controllate in stabilimento, il tutto conforme D.M. 17.01.2018 - Altre caratteristiche del calcestruzzo: confezionato con cemento ARS (alta resistenza ai solfati), classe di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione), XS3/XD3 (cls resistente alla corrosione da cloruri), XF3 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo), XA2 (cls resistente ad ambienti chimici aggressivi), secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 206-1:2006

Comprese aperture sulla copertura per l'ispezione e la manutenzione da proteggere con chiusini in ghisa sferoidale classe D 400 adeguatamente tassellati.

peso : Q.li 16

Setto interno di separazione tra i comparti presenti: comparto di dissabbiatura, e comparto di separazione idrocarburi

Dispositivo di coalescenza realizzato con telaio struttura in scatolato in PRFV e materiale speciale reticolare a geometria pre-definita in polipropilene isotattico resistente agli idrocarburi o altro materiale plastico equipollente, sempre con dotazione di certificato di resistenza alla corrosione degli acidi e degli idrocarburi, e lavabile con idrogetto.

Otturatore automatico in acciaio inox AISI 304 con chiusura a galleggiante attivato dal liquido leggero separato e accumulato, finalizzato ad evitare lo scarico e la fuoriuscita di olii e idrocarburi dal separatore, realizzato internamente in materiale inossidabile e in corrodibile – DN 200 e 250

Setti frangi flusso