

**LAVORI DI MANUTENZIONE ED EFFICIENTAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE  
A RETE GESTITE DA ACQUA NOVARA.VCO S.p.A. SITUATE NEI COMUNI DELLA BASSA  
NOVARESE**

**ALLEGATO 4: Specifiche tecniche dei materiali  
Acquedotto e Fognatura**

*Art. 1 – Prescrizioni generali — prove*

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati, oltre all'osservanza, per tutti i materiali da costruzione, delle norme emanate con RR.DD. 16/11/1939 dal n. 2228 al n. 2235.

L'impresa ha l'obbligo di prestarsi, tutte le volte che la direzione lavori lo riterrà necessario, alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi e delle varie categorie di impasti cementizi; essa provvederà a tutte sue spese al prelevamento ed invio dei campioni ed alla esecuzione delle prove necessarie presso gli Istituti sperimentali a ciò autorizzati. Dei campioni può essere ordinata la conservazione negli uffici municipali, munendoli di sigilli e firme della direzione lavori e dell'impresa nei modi più atti a garantire l'autenticità. L'impresa è obbligata a rimuovere dai cantieri i materiali non accettati dalla direzione lavori ed a demolire le opere costruite con i materiali non riconosciuti di buona qualità. In particolare i materiali e le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle norme CEI. L'impresa dovrà eseguire, senza diritto a compenso alcuno, le prove ordinate dalla direzione lavori.

*Art. 2 – Prelievo di campioni accettazione definitiva dei materiali*

Al prelevamento dei campioni avrà diritto di presenziare un incaricato dell'impresa appaltatrice; la stazione appaltante, però, non ha obbligo alcuno di farne speciale invito, fermo restando fin d'ora il principio che i prelievi valevoli saranno quelli eseguiti da suoi incaricati, con l'eventuale presenza di testimoni.

Qualora la prova di un dato materiale dia un risultato sfavorevole, essa potrà essere ripetuta su un numero doppio di campioni, sempre prelevati nei modi sopradetti. Se queste nuove prove daranno risultato favorevole, il lotto a cui esse si riferiscono sarà accettato, ma se le loro risultanze saranno pure esse negative, tutta la partita sarà rifiutata, e l'impresa dovrà provvedere all'immediato allontanamento dei materiali a piè d'opera ed al rifacimento dei manufatti, sostituendo, ben inteso, ogni cosa con materiali idonei.

*Art. 3 – Prescrizioni particolari sui materiali*

**Acqua:** l'acqua dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose.

**Calce idraulica:** La calce dovrà essere esclusivamente idraulica di prima qualità, pura, senza parti troppo o non abbastanza cotte e materie estranee; quella che fosse introdotta in cantiere in pezzi sfioriti o che successivamente sfiorisse, sarà rifiutata ed immediatamente asportata.

Essa sarà estinta con il metodo ordinario della coltura nelle fosse, limitando però la quantità di acqua in modo che 1000 kg di calce viva forniscano un volume di calce spenta maggiore di 1,35 m<sup>3</sup>.

La pasta di calce dovrà essere realmente spenta e impiegata sotto la sorveglianza insindacabile della Direzione dei Lavori.

La calce idraulica ridotta in pasta a consistenza normale ed immediatamente immersa in acqua dovrà fare presa, cioè sopportare l'ago Vicat non più tardi di sette giorni.

La Direzione potrà permettere l'uso della calce idraulica in polvere invece di quella di roccia quando sottoponendola alle necessarie prove, ad esclusivo suo giudizio, la riconosca buona di qualità; in tal caso l'Impresa dovrà attenersi alle istruzioni della Direzione sia per quanto riguarda la prescritta dosatura della malta e del calcestruzzo, sia per quanto si riferisce al modo dell'impasto.

In ogni caso la calce dovrà possedere i requisiti prescritti dalle condizioni di accettabilità degli agglomerati idraulici ecc. contenuti nel R.D. 29 luglio 1933 n. 1213, legge 5 febbraio n. 313, Norme Minist. 17 maggio 1937 n. 2202 e del R.D.L. 22 novembre 1937 n. 2037 e Legge del 5-11-1971 n. 1086 e D.M. 30-5-1972 e prescritti dalla successiva legislazione vigente.

**Leganti idraulici:** i cementi e gli agglomerati cementizi da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno soddisfare e condizioni stabilite dalle leggi e Regolamenti vigenti all'atto dell'esecuzione dei Lavori.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti, su tavolati in legno bene riparati dall'umidità.

I cementi a lenta presa per la formazione della malta dei conglomerati cementizi, dovranno essere forniti dalle più importanti Ditte che possono assumere la responsabilità della regolare provvista di materiali a tipo costante e conforme ai campioni che saranno presentati dall'Impresa ed approvati dalla Direzione dei Lavori, la quale si riserva la facoltà di prelevare da ogni spedizione i campioni da sottoporsi, ad esclusivo e totale carico della Ditta assuntrice, agli esperimenti di prova (nei Laboratori Tecnici accreditati) tendenti a stabilire la bontà e sempre a

giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori. Siccome però i detti esperimenti esigono un certo tempo, gli Impresari non appena saranno provvisti di un cantiere, in vicinanza dei lavori con locali appositi per il deposito del cemento, dovranno procurarsi quella quantità di cemento giudicabile conveniente per la regolare e continua esecuzione delle opere, avendo cura di fare ordinazioni in modo che le diverse spedizioni restino giacenti in cantiere per il periodo di tempo necessario alla conoscenza dei risultati delle prove meccaniche su detto regolamento, cioè non inferiore a 15 gg. per modo che si abbia sempre una quantità di cemento già sperimentato dalla Direzione dei Lavori, mentre altro materiale identico sarà depositato in separato locale per tutto il tempo occorrente agli esperimenti di prova.

Se durante l'immagazzinamento si venisse a riconoscere che uno o più sacchi della provvista abbia sofferto l'umidità per modo che il cemento non sia completamente ed assolutamente pulverulento, questi saranno rifiutati ed immediatamente fatti allontanare dal cantiere a totale carico dell'Appaltatore.

Quando i risultati degli esperimenti di prova non siano conformi alle prescrizioni ministeriali, l'intera spedizione sarà rifiutata e fatta immediatamente trasportare fuori dal deposito ed allontanata dal cantiere a spese dell'Impresa. Il cemento da usarsi sarà quello prescritto dalla Direzione dei Lavori. In ogni caso il cemento dovrà possedere tutti i requisiti prescritti per l'accettazione degli agglomerati idraulici dalle vigenti norme in materia.

**Ghiaia, sabbia, pietrischi:** La sabbia dovrà essere viva di fiume purgata e lavata. Essa sarà costituita da grani di media grossezza, pura, angolosa e rude al tatto, senza mescolanza con terra e argilla e di altre materie estranee e non dovrà contenere ciottolini di grossezza maggiori di m 0,006

Le ghiaie, i pietrischi e la sabbia da impegnarsi nella formazione dei calcestruzzi dovranno avere le stesse qualità stabilite dalle norme governative per i conglomerati cementizi.

La sabbia di fiume o di cava da impiegarsi nelle malte e nei conglomerati deve provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione, deve essere aspra al tatto, ad elementi prevalentemente calcarei o silicei, di forma angolosa e scevra da sostanze terrose, argillose, melmose e pulverulenti e spogliata dagli elementi di grossezza superiore ai 5 mm; quando non lo sia naturalmente, dev'essere lavata accuratamente con acqua dolce e limpida fino a che non presenti i requisiti richiesti. Una sabbia si può in genere ritenere idonea al suo impiego quando un pugno di essa gettata in un secchio di acqua limpida della capacità di circa otto litri non toglie la trasparenza all'acqua stessa. Deve inoltre essere costituita da grani di dimensioni assortite e tali da passare, senza lasciare residui apprezzabili, per uno staccio normale a fori circolari del diametro rispettivamente di mm 7,30 e 1,00, a seconda che la sabbia debba servire per la confezione di calcestruzzi in genere o di malte per murature in pietra (sabbia grossa), per arricciature, rinzaffi e simili (sabbia fina) o per intonaci, cappe, impermeabilizzanti, stillature, ecc. (sabbia finissima o da stabilitura).

Per la formazione della malta occorrente nelle murature di mattoni e negli intonaci detta sabbia sarà sempre passata al setaccio.

Gli elementi delle ghiaie e dei pietrischi dovranno essere:

- 1) del diametro di cm 5 nei lavori correnti di fondazioni o di elevazione, dighe, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate e simili;
- 2) di cm 3 nei lavori di zanelle e nei getti di limitato spessore.

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

Il pietrisco, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovrà provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura micrometallica, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo, e dovrà essere scevro di materie terrose, sabbia, e comunque materie eterogenee.

Il coefficiente di qualità Deval del pietrisco dovrà essere almeno 12 e il coefficiente di frantumazione del pietrisco non superiore a 130 e il coefficiente di usura non inferiore a 0,7.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, è consentita, per la formazione di esso, la utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoli o massi ricavabili da fiumi o torrenti purché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

Nelle massicciate a macadam ordinario, gli elementi di ghiaia o di pietrisco dovranno avere dimensioni da 2 a 5 cm.; nelle massicciate a macadam da cilindrare all'acqua, e in quelle da proteggere successivamente con trattamento superficiale o rivestimenti, le dimensioni del pietrisco dovranno essere da 4 a 10 cm. e quelle della ghiaia da 5 a 8 cm.

### Frantumato misto

|                          | UNI EN 12620<br>Aggregati per calcestruzzo | UNI EN 13242<br>Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile |
|--------------------------|--|---|
| Descrizione petrografica | Aggregati silicei quarzoso-gneissici       |   |

|  |                       |                   |
|--|-----------------------|-------------------|
| <b>Granulometria</b>   | 0/31,5 Ga85           | 0/31,5 Ga80 Gta25 |
| <b>Massa volumica granuli pre essiccati</b>                    | 2,6 Mg/m <sup>3</sup> |                   |
| <b>Contenuto fini</b>  | f11                   | f7                |
| <b>Percentuale particelle frantumate</b>                       | C90/3                 |                   |
| <b>Resistenza alla frammentazione/frantumazione Ø 12-14 mm</b> | LA30                  |                   |
| <b>Resistenza alla levigabilità accelerata</b>                 | VL <sub>44</sub>      |                   |
| <b>Resistenza all'abrasione</b>                                | AAV <sub>10</sub>     |                   |
| <b>Resistenza all'usura Ø 4/14 mm</b>                          | M <sub>DE</sub> 15    |                   |
| <b>Composizione/contenuto</b>                                  |                       |                   |
| Cloruri  | <0,001%               |                   |
| Solfati solubili in acido                                      | AS <sub>0,2</sub>     | AS <sub>0,2</sub> |
| Zolfo totale   | <0,04%                | S <sub>1</sub>    |
| Contenuto di carbonato   | 2,4%                  |                   |
| <b>Assorbimento d'acqua</b>                                    | WA <sub>24</sub> 0,8% |                   |
| <b>Durabilità al gelo/disgelo</b>                              | F1                    |                   |
| <b>Durabilità alla reazione alcali/silice</b>                  | non reattivo          |                   |

**CURVA TIPICA FRANTUMATO MISTO** (serie base + serie 2)

|                            |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|----------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| <b>DIAMETRO SETACCI mm</b> | 40    | 31,5 | 20   | 16   | 14   | 12,5 | 10   | 8    | 6,3  | 4    | 2    | 1    | 0,50 | 0,250 | 0,125 | 0,063 |
| <b>% PASSANTE</b>          | 100,0 | 96,4 | 83,6 | 72,8 | 70,5 | 66,8 | 59,1 | 54,3 | 52,7 | 41,8 | 31,8 | 29,1 | 15,8 | 11,3  | 6,0   | 4,8   |

**Misto Ghiaia**

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   | <b>UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo</b> |  |  |
| <b>Descrizione petrografica</b>                     | Aggregati silicei quarzoso-gneissici           |  |  |
| <b>Granulometria</b>                                | 0/22,5 Ga85                                    |  |  |
| <b>Massa volumica granuli pre essiccati</b>         | 2,6 Mg/m <sup>3</sup>                          |  |  |
| <b>Contenuto fini</b>                               | f11  |  |  |
| <b>Resistenza alla frammentazione/frantumazione</b> | LA30   |  |  |
| <b>Resistenza all'usura</b>                         | M <sub>DE</sub> 15                             |  |  |
| <b>Resistenza alla levigabilità accelerata</b>      | VL <sub>44</sub>                               |  |  |
| <b>Resistenza all'abrasione</b>                     | AAV <sub>10</sub>                              |  |  |
| <b>Composizione/contenuto</b>                       |  |  |  |
| Cloruri   | <0,001%  |  |  |
| Solfati solubili in acido                           | AS <sub>0,2</sub>                              |  |  |
| Zolfo totale  | S <sub>1</sub>                                 |  |  |
| Contenuto di carbonato                              | 2,4%   |  |  |
| <b>Assorbimento d'acqua</b>                         | WA <sub>24</sub> 0,74%                         |  |  |
| <b>Durabilità al gelo/disgelo</b>                   | F1   |  |  |
| <b>Durabilità alla reazione alcali/silice</b>       | non reattivo                                   |  |  |

**CURVA TIPICA MISTO GHIAIA** (serie base + serie 1)

|                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| <b>DIAMETRO SETACCI mm</b> | 31,5 | 22,4 | 16   | 11,2 | 8    | 5,6  | 4    | 2    | 1    | 0,5  | 0,25 | 0,125 | 0,063 |
| <b>% PASSANTE</b>          | 100  | 95,1 | 66,3 | 54,0 | 48,8 | 45,0 | 42,0 | 30,0 | 20,4 | 16,1 | 10,7 | 5,0   | 3,0   |

**Sabbia Granita**

|                                 |  |   |   |
|---------------------------------|--|---|---|
|                                 | <b>UNI EN 12620<br/>Aggregati per<br/>calcestruzzo</b> | <b>UNI EN 13043<br/>Aggregati per<br/>conglomerati<br/>bituminosi</b> | <b>UNI EN 13139<br/>Aggregati per malta</b> |
| <b>Descrizione petrografica</b> | Sabbia quarzosa  |   |   |

|   |                                      |                    |                                      |
|---|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| <b>Granulometria</b>  | 0/5,6 Ga85                           | 0/5,6 Ga85 Gtc20   | 0/8                                  |
| <b>Massa volumica s.s.a.</b>  | 2,6 Mg/m <sup>3</sup>                |                    |                                      |
| <b>Massa volumica apparente</b>   | 2,6 Mg/m <sup>3</sup>                |                    |                                      |
| Contenuto fini  | f11                                  | f10                | categoria 2                          |
| <b>Qualità delle polveri</b>  |                                      |                    |                                      |
| Equivalente in sabbia SE  | 84,5%                                |                    |                                      |
| Blu di metilene MB  | 0,55                                 | MB <sub>F</sub> 10 | 0,55                                 |
| <b>Composizione/contenuto</b>   |                                      |                    |                                      |
| Cloruri   | <0,001%                              |                    | <0,001%                              |
| Solfati solubili in acido   | AS <sub>0,2</sub>                    | <0,05%             | AS <sub>0,2</sub>                    |
| Zolfo totale  | <0,04%                               |                    |                                      |
| Costituenti che alterano la velocità di presa ed indurimento del calcestruzzo/malta | Più chiaro del colore di riferimento |                    | Più chiaro del colore di riferimento |
| Contenuto di carbonato  | 2,4%                                 |                    |                                      |
| <b>Assorbimento d'acqua</b>   | WA <sub>24</sub> 0,8%                | WA <sub>24</sub> 1 | WA <sub>24</sub> 0,8%                |
| <b>Durabilità al gelo/disgelo (Ø 4-8 mm)</b>  | F1                                   |                    |                                      |
| <b>Durabilità alla reazione alcali/silice</b>                                       | non reattivo                         |                    | non reattivo                         |

**CURVA TIPICA SABBIA GRANITA** (serie base + serie 1)

|                            |     |      |      |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| <b>DIAMETRO SETACCI mm</b> | 8   | 5,6  | 4    | 2    | 1    | 0,5  | 0,25 | 0,125 | 0,063 |
| <b>% PASSANTE</b>          | 100 | 97,2 | 84,6 | 61,8 | 42,6 | 30,4 | 13,8 | 3,9   | 1,5   |

**Sabbia Fine**

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <b>UNI EN 12620</b><br>Aggregati per calcestruzzo | <b>UNI EN 13139</b><br>Aggregati per malta |
| <b>Descrizione petrografia</b>  | Sabbia quarzosa                                   |  |
| <b>Granulometria</b>  | 0/2 Gf85  | 0/2  |
| <b>Massa Volumica s.s.a.</b>  | 2,6 Mg/m <sup>3</sup>                             |  |
| <b>Massa Volumica apparente</b>   | 2,6 Mg/m <sup>3</sup>                             |  |
| Contenuto fini  | f3  | categoria 1                                |
| <b>Qualità delle polveri</b>  |   |  |
| Equivalente in sabbia SE  | ≥ 90,0 %  |  |
| Blu di metilene MB  | 0,5   |  |
| <b>Composizione/contenuto</b>   |   |  |
| Cloruri   | <0,001%   |  |
| Solfati solubili in acido   | AS <sub>0,2</sub>                                 |  |
| Zolfo totale  | <0,04%  |  |
| Costituenti che alterano la velocità di presa ed indurimento del calcestruzzo/malta | Più chiaro del colore di riferimento              |  |
| Contenuto di carbonato  | 2,4%  |  |
| <b>Assorbimento d'acqua</b>   | WA <sub>24</sub> 0,6%                             |  |
| <b>Durabilità alla reazione alcali/silice</b>                                       | non reattivo                                      |  |

**FINE GRANITA** (serie base + serie 2)

|                            |     |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------|-----|------|------|------|------|-------|-------|
| <b>DIAMETRO SETACCI mm</b> | 4   | 2    | 1    | 0,5  | 0,25 | 0,125 | 0,063 |
| <b>% PASSANTE</b>          | 100 | 99,4 | 91,4 | 56,4 | 15,5 | 4,5   | 1,3   |

**Pietrame:** Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee, dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui dovranno essere assoggettate. Saranno escluse le pietre marmose e quelle alterabili alla azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre dovranno essere spaccate, avere il lato minore lungo almeno cm 20 ed almeno una faccia piana, ben pulita da ogni materia terrosa e lavata prima della posa in opera.

Gli scapoli dovranno essere posti nelle murature a strati orizzontali in modo da essere ben collegati e negli interstizi saranno poste scaglie e pietre piccole (esclusi però i ciottoli) che saranno accuratamente immersi nella malta.

Nessuna pietra deve poggiare sulle altre senza l'interposizione di uno strato di malta ed ogni vuoto deve essere accuratamente riempito.

Le pietre che dopo la loro posa si spaccassero sotto il colpo del martello, dovranno essere immediatamente tolte e sostituite; non saranno accettate pietre gelive e sfaldabili.

Ove richiesto, i diversi strati di pietre saranno collegati con cinture doppie di mattoni forti per tutto lo spessore del muro alla distanza di cm 70 da cinture a cintura, e ciò senza diritto di alcun sovrapprezzo.

**Laterizi:** i laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2233. I mattoni pieni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi della dimensione di m 0,24 x 0,12 x 0,06 ed i mattonetti di m 0,24 x 0,09 x 0,06. Oltre a provenire da fornaci accettate dalla Direzione Lavori essi dovranno essere di pasta omogenea, di forma regolare, piani su tutte le loro facce, ben sonori e perfettamente cotti; immersi nell'acqua quando siano in stato di perfetta secchezza e lasciati 24 ore, all'atto della loro estrazione e dopo essere stati leggermente asciugati, non dovranno avere assorbito un quantitativo d'acqua maggiore del 5% del loro peso. I mattoni pieni dovranno presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a 100 Kg/cm<sup>2</sup>. I mattoni forati, levoterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno kg. 16 per centimetro quadrato di superficie totale premuta.

Quelli che contengono ciottoli, quelli bruciati in qualche punto, o con spaccature o soffiature, nonché quelli mal cotti, saranno senz'altro rifiutati dalla Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio.

L'Impresa avrà la facoltà, dietro benestare della Direzione dei Lavori, di fare eseguire mattoni e mattonetti speciali per la formazione di volte e di pozzi dei canali purché essi non abbiano dimensioni maggiori di quelle sopra descritte. Prima dell'uso, mattoni e mattonetti, usuali o speciali, dovranno essere convenientemente spruzzati d'acqua con speciale avvertenza però che nella stagione invernale detta acqua non abbia a formare uno strato di ghiaccio sulla superficie dei mattoni stessi.

**Cemento:** il cemento da impiegarsi nelle murature in genere, intonaci, ecc, dovrà rispondere ai requisiti di cui alle "Norme per le prove di accettazione degli agglomerati idraulici e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio" contenute nel R.D. 16.11.1939 nn. 2228 e 2229 e successive varianti approvate con DD.MM. n. 595 in data 26.05.1965 e D.M. in data 03.06.1968. Il cemento deve essere, salvo diversa prescrizione, a lenta presa del tipo normale (32,5) o di altro superiore (42,5).

Per le opere, che possono venire a diretto contatto con l'acqua, è prescritto, in luogo del cemento normale tipo Portland, cemento pozzolanico o d'alto forno senza che ciò possa dar luogo a maggiorazioni di prezzo.

I limiti minimi di resistenza meccanica delle malte cementizie confezionate secondo le prescrizioni e le modalità contenute nelle norme sopraindicate, dovranno essere i seguenti con tolleranza del 5%:

- Cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno):
  - resistenza a flessione dopo 7 giorni 40 kg/cm<sup>2</sup>
  - resistenza a flessione dopo 28 giorni 60 kg/cm<sup>2</sup>
  - resistenza a compressione dopo 7 giorni 175 kg/cm<sup>2</sup>
  - resistenza a compressione dopo 28 giorni 325 kg/cm<sup>2</sup>
- Cemento ad alta resistenza (Portland, pozzolanico o d'alto forno):
  - resistenza a flessione dopo 7 giorni 60 kg/cm<sup>2</sup>
  - resistenza a flessione dopo 28 giorni 70 kg/cm<sup>2</sup>
  - resistenza a compressione dopo 7 giorni 325 kg/cm<sup>2</sup>
  - resistenza a compressione dopo 28 giorni 425 kg/cm<sup>2</sup>

Tutti i requisiti di presa, indurimento e resistenza dovranno essere accertati coi metodi normali di prova descritti nelle norme sopra citate.

**Legnami:** i legnami da impiegarsi sia in opere stabili che provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30.10.1912; dovranno essere della migliore qualità e non presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

**Metalli in genere:** I materiali metallici dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove, come specificato nelle vigenti normative UNI.

I metalli e le leghe metalliche da impiegarsi nei lavori devono essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura esimili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali. La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

Ferma restando l'applicazione del D.P. 15 luglio 1925 e successive aggiunte e modificazioni che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici saranno rispettate le norme UNI vigenti.

#### Acciaio per costruzioni in laminati o profilati

Dovrà essere a grana fine e compatta, senza difetti di lavorazione e rispondere alle prescrizioni di elenco. Dovrà comunque rispettare le norme vigenti per le strutture in c.a. o acciaio e dovrà essere saldabile.

#### Ghisa

La ghisa della quale saranno costituiti i chiusini, le caditoie e altri manufatti, dovrà essere, tra quelle usate per la costruzione di tali materiali, delle qualità più adatte perchè questi riuniscano alla resistenza, agli urti, le maggiori resistenze alle azioni chimiche dell'acqua e dei terreni.

Dovrà essere esente da scorie e da qualunque sostanza di qualità inferiore. Dovrà avere tutti i requisiti qualitativi stabiliti dalle Norme Governative in vigore (UNI 5007).

La fusione dovrà essere fatta in modo che i singoli pezzi non presentino sbavatura o soffiature, sporgenze e scheggiature

#### Piombo

Sarà di prima qualità. Le impurità saranno tollerate soltanto allo stato di traccia e non dovranno superare l'1%.

**Cubetti di porfido:** I cubetti di concio di Porfido e di sienite della Balma, da usarsi per rivestimenti, prima dell'impiego dovranno essere sottoposti all'esame ed all'accettazione della Direzione dei Lavori; quelli rifiutati dovranno essere immediatamente e totalmente asportati dai cantieri di lavoro.

Il materiale da impiegarsi dovrà provenire esclusivamente dalle cave del Trentino e dell'Alto Adige o dalle cave della Balma; i blocchetti dovranno avere forma quasi esclusivamente cubica e cioè essere ricavati da lastroni dello spessore corrispondente alle dimensioni stabilite in modo che la lunghezza degli spigoli sia pressappoco uguale.

Le facce dei cubetti dovranno essere piane e normali fra loro, presentare frattura netta e colorazione uniforme ed ogni cubetto dovrà presentare due facciate opposte regolari corrispondenti ai piani di cava.

E' escluso l'impiego dei cubetti che presentassero spigoli e guasti, sia a causa del carico e scarico, sia perchè di lavorazione scadente.

**Pietrisco:** Il pietrisco, per il ripristino del suolo pubblico sistemato a macadam, dovrà ricavarsi esclusivamente dalla rottura meccanica di ciottoli scelti di cava di fiume, esclusi però quelli leggeri di aggregazione stratificata e comunque di cattiva qualità, cioè porosi, spugnosi, teneri, sfaldabili, scistososi.

Detto pietrisco prenderà la denominazione di pietrisco grosso, di pietrisco medio e di pietrisco piccolo, secondo che i diversi pezzi che lo compongono passino rispettivamente in tutte le direzioni attraverso un anello di mm 70 e di mm 50 di diametro e di mm 30 quello piccolo.

Per il pietrisco grosso ogni pezzo dovrà presentare almeno tre facce di rottura ed avere dimensioni di cm 4 e cm 7, per quello medio le facce di rottura dovranno stendersi completamente a tutte le facce di ogni singolo pezzo ed avere dimensioni da cm 3 a cm 5, quello piccolo dovrà avere dimensioni da cm 5 a cm 3.

La misura del materiale verrà fatta con apposito cassone parallelepipedo e saranno rigorosamente rifiutati quei cumuli di pietrisco contenenti più del 5% complessivamente di materiale di qualità o pezzatura diversa da quella stabilita.

**Ciottoli per ciottolati:** I ciottoli per ciottolati dovranno essere ricavati esclusivamente da cava di fiume ed essere di natura silicea o serpentinosa, privi di venature o fori visibili, escluso quindi in modo assoluto quelli leggeri, i teneri di aggregazione stratificata e poco compatta e comunque di cattiva qualità come spugnosi, porosi, scistososi, nonché quelli aventi forma non sufficientemente regolare.

La forma dei ciottoli tanto usati quanto nuovi, dovrà essere elissoidica a tre assi, di cui il minore da cm 4 a cm 6, il medio da cm 6 a cm 8 ed il maggiore da cm 10 a cm 15. I ciottoli esistenti nei selciati di riforma, sia pure di qualità buona ma anche semplicemente scheggiati o non aventi le prescritte dimensioni, non potranno essere più impiegati, ma dovranno venire surrogati a spese dell'Impresario con altri di qualità e dimensioni prescritte.

**Emulsione bituminosa:** Dovrà essere di composizione costante, perfettamente omogenea e stabile all'atto dell'impiego, contenere la qualità minima di bitume al 55% in peso e rispondere alle caratteristiche di accettazione emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

**Materiali bituminosi:** il bitume dovrà soddisfare alle caratteristiche richieste per lavori analoghi dei capitolati di strade per l'appalto di strade statali e precisamente avrà le seguenti caratteristiche:

– peso specifico superiore a 1

- penetrazione a 25 gradi come richiesto per le singole categorie nell'elenco prezzi allegato
- punto di rammollimento non inferiore a 40 gradi
- solubilità nel solfuro di carbonio 99%
- paraffina al massimo il 2,5% in peso
- volatilità con massima perdita di peso del 2% (per 5 ore a 168 gradi) salve le ulteriori precisazioni per i tipi prescritti in elenco prezzi.

#### *Art. 4 – Attrezzatura di cantiere*

L'Impresa dovrà mettere a disposizione della Direzione dei Lavori a proprie spese tutte le attrezzature, i materiali e la mano d'opera occorrenti per l'esecuzione delle prove di tenuta idraulica dei tronchi di condotte e collettori in corso d'opera e sull'intera rete ad esecuzione ultimata dei lavori. Le modalità di esecuzione (tempi di verifica, pressione massima di prova) saranno indicati sul cantiere dal D.L. con riferimento alle disposizioni vigenti.

#### *Art. 5 – Tracciamenti*

Sui dati che saranno forniti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà eseguire i tracciamenti planimetrici ed altimetrici e provvedere al personale tutti i mezzi d'opera necessari, anche quando la Direzione stessa intenda verificare i detti tracciamenti.

Esso sarà tenuto a correggere e rifare, a tutte sue spese, quei lavori che in seguito ad alterazioni ed arbitrarie valutazioni di tracciamenti, sia planimetrico che altimetrico, la Direzione credesse inaccettabili a suo insindacabile giudizio.

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

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti e, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

#### *Art. 6 – Delimitazioni di cantiere*

L'impresa aggiudicataria prima di dare inizio ai lavori dovrà provvedere a predisporre tutta la segnaletica stradale opportuna per l'esecuzione dei lavori, provvedendo a propria cura e spese all'installazione dei cartelli e ad eventuali richieste al Corpo di Polizia Municipale per la regolamentazione del traffico.

#### *Art. 7 – Opere e strutture in calcestruzzo*

##### **Norme di riferimento:**

|  |  |
|--|--|
| <b>Norme Tecniche per Costruzioni DM 14/09/05</b>                  |  |
| <b>Linee guida per il calcestruzzo preconfezionato</b>             |  |
| <b>Linee guida sul calcestruzzo strutturale</b>                    |  |
| <b>Linee guida sui calcestruzzi strutturali ad alta resistenza</b> |  |
| <b>UNI EN 206-1</b>  | <i>Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità</i>  |
| <b>UNI 11104</b>   | <i>Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1</i>  |
| <b>UNI EN 197-1</b>  | <i>Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni</i>                            |
| <b>UNI 9156</b>  | <i>Cementi resistenti ai solfati</i>   |
| <b>ISO 9001:2000</b>   | <i>Sistema di gestione per la qualità. Requisiti</i>   |
| <b>D.P.R. 246/93</b>   | <i>Marcatura CE aggregati utilizzati per i calcestruzzi</i>  |
| <b>UNI EN 12620</b>  | <i>Aggregati per calcestruzzo</i>  |
| <b>UNI 8520 Parte 1 e 2</b>  | <i>Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti</i> |
| <b>UNI EN 1008:2003</b>  | <i>Acqua d'impasto per il calcestruzzo</i>   |
| <b>UNI EN 934-2</b>  | <i>Additivi per calcestruzzo</i>   |
| <b>UNI EN 450</b>  | <i>Ceneri volanti per calcestruzzo</i>   |
| <b>UNI-EN 13263 parte 1 e 2</b>                                    | <i>Fumi di silice per calcestruzzo</i>   |
| <b>UNI EN 12350-2</b>  | <i>Determinazione dell'abbassamento al cono</i>  |
| <b>UNI EN 12350-5</b>  | <i>Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse</i>   |
| <b>UNI EN 12350-7</b>  | <i>Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco</i>   |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>UNI 7122</b>                       | <i>Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata</i>                                    |
| <b>UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4</b> | <i>Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione</i> |
| <b>prEN 13791</b>                     | <i>Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo(in situ) della struttura in opera</i>          |
| <b>UNI EN 12504-1</b>                 | <i>Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione</i>                       |
| <b>EN 10080 Ed. maggio 2005</b>       | <i>Acciaio per cemento armato</i>  |
| <b>UNI EN ISO 15630 -1/2</b>          | <i>Acciai per cemento armato: Metodi di prova</i>  |
| <b>EUROCODICE 2- UNI ENV 1992</b>     | <i>Progettazione delle strutture in c.a.</i>   |
| <b>UNI ENV 13670-1</b>                | <i>Execution of structures</i>   |
| <b>UNI 8866</b>                       | <i>Disarmanti</i>  |

### **Caratteristiche dei materiali**

#### **Cementi**

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla norma UNI EN 197-1. Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi a basso calore LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1. Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett. C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

#### **Controlli sul cemento**

##### – Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto precedente.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE (se previsto). E' possibile in alternativa una dichiarazione periodica del produttore del cemento, contenente l'elenco dei DDT relativi ai lotti consegnati al produttore di calcestruzzo e l'attestato di conformità CE., da inoltrare da parte dell'impresa esecutrice al Direttore dei Lavori.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

Il Direttore dei lavori potrà richiedere, inoltre, per i cementi marcati CE, una caratterizzazione periodica del produttore di cemento riportante i valori medi delle prove di autocontrollo sui requisiti della norma EN 197-1.

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. C della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

##### – Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è consigliabile avere presente al campionamento un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire ogni 5.000 ton di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del DPR n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

#### **Aggiunte**

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

– Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente K per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

prospetto 3 Valori del coefficiente *k* per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450

| Tipo di cemento | Classi di resistenza   | Valori di <i>k</i> |
|-----------------|------------------------|--------------------|
| CEM I           | 32,5 N, R              | 0,2                |
| CEM I           | 42,5 N, R<br>52,5 N, R | 0,4                |
| CEM II A        | 32,5 N, R<br>42,5 N, R | 0,2                |
| CEM III A       | 32,5 N, R<br>42,5 N, R | 0,2                |
| CEM IV A        | 32,5 N, R<br>42,5 N, R | 0,2                |
| CEM V A         | 32,5 N, R<br>42,5 N, R | 0,2                |

– Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente.

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI-EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente *k* verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto  $\leq 0,45$   $k = 2,0$
- per un rapporto acqua/cemento prescritto  $> 0,45$   $k = 2,0k$   
= 1,0 (classi di esposizione XC e XF)

La quantità (cemento +  $k \cdot$  quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

*fumo di silice  $\leq 7\%$  rispetto alla massa di cemento.*

**Aggregati**

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono

- possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

- essere conformi ai requisiti della normativa UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.
- La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. deve essere pari o superiore a 2300 kg/m<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nel paragrafo 3.8. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determinino un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m<sup>3</sup>. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>.
- rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:
  - il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
  - il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
  - non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

#### Aggregati di riciclo

E' consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo posseda i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 3.3. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

| Origine del materiale da riciclo                                      | Rck [MPa] | Percentuale di impiego |
|---|-----------|------------------------|
| demolizioni di edifici (macerie)                                      | < 15      | fino al 100%           |
| demolizioni di solo cls e c.a.  | ≤ 35      | ≤ 30%                  |
|   | ≤ 25      | fino al 60%            |
| riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati | ≤ 55      | fino al 5%             |

Tabella 1 – Aggregati di riciclo secondo DM 14/09/2005

Al fine di individuare i requisiti chimico-fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

#### Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

#### Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione.

|                 | Rck min | A/C max | WR/SF | AE | HE* | SRA | IC |
|-----------------|---------|---------|-------|----|-----|-----|----|
| X0              | 15      | 0,60    |       |    |     |     |    |
| XC1 – XC2       | 30      | 0,60    | X     |    |     |     |    |
| XF1             | 40      | 0,50    | X     |    | X   | X   |    |
| XF2             | 30      | 0,50    | X     | X  | X   | X   | X  |
| XF3             | 30      | 0,50    | X     | X  | X   | X   |    |
| XF4             | 35      | 0,45    | X     | X  | X   | X   | X  |
| XA1-XC3-XD1     | 35      | 0,55    | X     |    |     | X   | X  |
| XS1-XC4-XA2-XD2 | 40      | 0,50    | X     |    |     | X   | X  |
| XS2-XS3-XA3-XD3 | 45      | 0,45    | X     |    |     | X   | X  |

Tabella 2 – Schema riassuntivo additivi per classi di esposizione ambientale

Ove:

WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti

AE: Aeranti

HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali)

SRA: additivi riduttori di ritiro

IC: inibitori di corrosione.

#### Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 50 mm), rotoli (6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli ammessi senza limitazioni con diametri ≤ 16mm;
- reti elettrosaldate;
- tralicci elettrosaldati.

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14-06-2005, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/EC).

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

Requisiti:

- Saldabilità e composizione chimica

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

|                     | CARBONIO <sup>a</sup><br>max | ZOLFO<br>max | FOSFORO<br>max | AZOTO <sup>b</sup><br>max | RAME<br>max | CARBONIO<br>EQUIVALENTE <sup>a</sup><br>max |
|---------------------|------------------------------|--------------|----------------|---------------------------|-------------|---|
| ANALISI SU COLATA   | 0,22                         | 0,050        | 0,050          | 0,012                     | 0,80        | 0,50  |
| ANALISI SU PRODOTTO | 0,24                         | 0,055        | 0,055          | 0,014                     | 0,85        | 0,52  |

Tabella 3 – Composizione chimica secondo DM 14/09/2005

E' permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa. Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

- Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato in EN 10080 e nelle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/09/2005.

| Proprietà | Valore caratteristico |
|-----------|-----------------------|
|-----------|-----------------------|

|                            |  |
|----------------------------|--|
| $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\geq 450 \alpha$                      |
| $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\geq 540 \alpha$                      |
| $f_t/f_y$                  | $\geq 1,13 \beta$<br>$\leq 1,35 \beta$ |
| Agt (%)                    | $\geq \square 7,0$                     |
| $f_y/f_{y,nom}$            | $\leq \square 1,25$                    |
| $\alpha$                   | valore caratteristico con $p = 0,95$   |
| $\beta$                    | valore caratteristico con $p = 0,90$   |

Tabella 4 – Proprietà meccaniche secondo il D.M. 14/09/2005

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive Tipo SISMIC:

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Proprietà                             | Valore caratteristico                                      |
| Resistenza a fatica assiale           | 2 milioni di cicli   |
| Resistenza a fatica oligociclica      | 3 cicli/sec con deformazione $\pm 4\%$                     |
| Idoneità al raddrizzamento dopo piega | Integrità  |
| Controllo radiometrico                | superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995<br>D. Lgs. 241/2000 |

Tabella 5 – Proprietà aggiuntive

- Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel DM 14/09/2005, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

| DIAMETRO NOMINALE (d) mm | DIAMETRO MASSIMO DEL MANDRINO |
|--------------------------|-------------------------------|
| $\emptyset < 12$         | 4d                            |
| $12 < \emptyset \leq 16$ | 5d                            |
| $16 < \emptyset \leq 25$ | 8 d                           |
| $25 < \emptyset \leq 50$ | 10 d                          |

Tabella 6 – Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento

- Resistenza a fatica

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione  $\sigma_{max}$  sarà 270 N/mm<sup>2</sup> (0,6  $f_{y,nom}$ ). L'intervallo delle tensioni,  $2\sigma$  deve essere pari a 150 N/mm<sup>2</sup> per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm<sup>2</sup> per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a  $2 \times 10^6$ .

- Resistenza a fatica oligociclica

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

| Diametro nominale (mm) | Lunghezza libera | Deformazione (%) |
|------------------------|------------------|------------------|
| $d \leq 16$            | 5 d              | $\pm 4$          |
| $16 < 25$              | 10 d             | $\pm 2,5$        |
| $25 \leq d$            | 15 d             | $\pm 1,5$        |

Tabella 7

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

- Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il DM 14/09/2005.

| Diametro nominale (mm)        | Da 6 a $\leq 8$ | Da $> 8$ a $\leq 50$ |
|-------------------------------|-----------------|----------------------|
| Tolleranza in % sulla sezione | $\pm 6$         | $\pm 4,5$            |

Tabella 8 – Diametri nominali e tolleranze

- Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il DM 14/09/2005. L'indice di aderenza  $I_r$  deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 14/09/2005. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

| Diametro nominale (mm)    | $I_r$ |
|---------------------------|-------|
| $5 \leq \emptyset \leq 6$ | 0.048 |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| $6 < \varnothing \leq 8$  | 0.055 |
| $8 < \varnothing \leq 12$ | 0.060 |
| $\varnothing > 12$        | 0.065 |

Tabella 9 – Valori dell'indice *I<sub>r</sub>* in funzione del diametro

### Controlli sull'acciaio

- Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 14/09/2005 al punto 11.2.1 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.2.2.10 e 11.2.3.5 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di conformità tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- Dichiarazione di conformità al controllo radiometrico ;
- Polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli attestati di qualificazione dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

- Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori eseguirà, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 14/09/2005 al punto 11.2.2.10.3.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si procederà al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli saranno estesi agli altri diametri della partita.

Non saranno accettati quei fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale è a carico dell'Impresa.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

| Caratteristica                   | Valore Limite                                    | Note                                |
|----------------------------------|--|-------------------------------------|
| <i>f<sub>y</sub> minimo</i>      | 425 N/mm <sup>2</sup>                            | (450 – 25) N/mm <sup>2</sup>        |
| <i>f<sub>y</sub> massimo</i>     | 572 N/mm <sup>2</sup>                            | [450x(1.25+0.02)] N/mm <sup>2</sup> |
| <i>A<sub>gt</sub> minimo</i>     | ≥ 5.0%   | Per acciai laminati a caldo         |
| <i>Rottura/snervamento</i>       | 1.11 < <i>f<sub>t</sub>/f<sub>y</sub></i> < 1.37 | Per acciai laminati a caldo         |
| <i>Piegamento/raddrizzamento</i> | assenza di cricche                               | Per tutti                           |

Tabella 10 – Valori limite per prove acciaio

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore verrà verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova saranno esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato

un errore durante la prova, il risultato della prova sarà ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato verrà considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini saranno prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto sarà considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto sarà respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100\*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

- Lavorazioni in cantiere – Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

| Diametro barra               | Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci |
|------------------------------|--|
| $\varphi \leq 16 \text{ mm}$ | 4 $\varphi$  |
| $\varphi > 16 \text{ mm}$    | 7 $\varphi$  |

*Tabella 11 – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate*

- Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

#### **Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito**

- Le classi di resistenza

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/09/2005. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici ( $f_{ck}$ ) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm ( $R_{ck}$ ).

- Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai successivi paragrafi. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di  $\frac{1}{4}$  della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interfero ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

- Rapporto acqua/cemento:

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

( $a_{agg}$ ): quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

( $a_{add}$ ): aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 Kg/m<sup>3</sup>) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

( $a_{gh}$ ): aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;

( $a_m$ ): aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left( \frac{a}{c} \right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

c: dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cemento;

cv: dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cenere volante;

fs: dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di fumo di silice;

$K_{cv}$ ;  $K_{fs}$ : coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104;

– Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tabella riassuntiva 12.

La lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante:

- l'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2);
- diametro di spandimento (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della

D.L. :

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice)

- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L.

che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

– **Acqua di bleeding**

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

– **Contenuto d'aria**

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 3.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

– **Prescrizioni per la durabilità**

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto  $(a/c)_{max}$ ;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4).;
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (solo se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- $D_{max}$  dell'aggregato;
- copriferro minimo.

– **Tipi di conglomerato cementizio**

Sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione. Le miscele, se prodotte con un Processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare che si richiede invece per produttori operanti con processo non industrializzato o per conglomerati autoprodotti dall'impresa esecutrice.

| UNI 11104 – prospetto 4 |                  |                                  |                      |                    |                             |                                 |       |                                |                      |                     |
|-------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------|--------------------------------|----------------------|---------------------|
| Tipo                    | Campi di impiego | Classi di esposizione ambientale | Classe di resistenza | Rapporto (a/c) max | Contenuto minimo di cemento | Contenuto di aria               | D max | Classe di consistenza al getto | Tipo di cemento      | Copriferro nominale |
|                         |                  | (UNI 11104 prospetto 1)          | C (X/Y)              |                    | [kg/mc]                     | (solo per classi XF2, XF3, XF4) | [mm]  |                                | (solo se necessario) |                     |
|                         |                  |                                  |                      |                    |                             |                                 |       |                                |                      |                     |
|                         |                  |                                  |                      |                    |                             |                                 |       |                                |                      |                     |
|                         |                  |                                  |                      |                    |                             |                                 |       |                                |                      |                     |
|                         |                  |                                  |                      |                    |                             |                                 |       |                                |                      |                     |

Tabella 12 – Classificazione dei diversi tipi di conglomerato

### Messa in opera del calcestruzzo

La messa in opera del conglomerato avverrà alla presenza di almeno un membro dell'ufficio della D.L. incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, si adotteranno tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

Il getto del conglomerato non verrà eseguito quando la temperatura esterna scende al disotto dei +5° C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33° C.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella 4.1).

| Classe di consistenza | Tempo minimo di immersione dell'ago nel cls (s)                              |
|-----------------------|--|
| S1                    | 25 - 30  |
| S2                    | 20 - 25  |
| S3                    | 15 - 20  |
| S4                    | 10 - 15  |
| S5                    | 5 - 10   |
| F6                    | 0 - 5  |
| SCC                   | <i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)</i> |

Tabella 13 – Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferrì ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

La D.L. verificherà la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

– Tolleranze esecutive

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

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc.:

posizionamento rispetto alle coordinate di progetto:  $S = \pm 3.0\text{cm}$

dimensioni in pianta :  $S = - 3.0 \text{ cm o } + 5.0 \text{ cm}$

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

quota altimetrica estradosso  $S = - 0.5 \text{ cm o } + 2.0 \text{ cm}$

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

posizionamento rispetto alle coordinate

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

Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

spessore:  $S = -0.5$  cm o  $+ 1.0$  cm  
 quota altimetrica estradosso:  $S = \pm 1.0$  cm

Vani, cassette, inserterie:

posizionamento e dimensione vani e cassette:  $S = \pm 1.5$  cm  
 posizionamenti inserti (piastre boccole):  $S = \pm 1.0$  cm

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

– Casseforme

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

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

per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;

per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;

per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

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

Caratteristiche delle casseforme

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

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

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

Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Predisposizione di fori, tracce e cavità

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

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni pubblicate sul S.O. G.U. del 23.09.2005".

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

– Getti faccia a vista

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

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

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

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

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

### **Stagionatura**

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto, con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla D.L., eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla D.L.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni.

Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni.

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C(40/50) la maturazione deve essere curata in modo particolare.

### **Controlli in corso d'opera**

La D.L. potrà eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea);

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera", conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni e nella norma UNI-EN 206-1 ( non prima di aver scaricato almeno 0.3 m<sup>3</sup> di conglomerato).

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della D.L. o di un suo incaricato.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 m<sup>3</sup> di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;

barra dritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;

vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad ¼ della più piccola dimensione del provino;

tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz;

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassatura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla D.L. al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

- Identificazione del campione:
- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);
- Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
- Data e ora di confezionamento dei provini;
- Dettagli sulla conservazione dei provini prima dello scasso;
- Il metodo di stagionatura dei provini dopo lo scasso;
- La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di 20±2°C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di 20±2°C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle

canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto. I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.1.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 23.09.2005.

#### **Controlli supplementari della resistenza a compressione**

– Carotaggi

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/D) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma prEN 13791.

– Zona di prelievo

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

non in prossimità degli spigoli;

zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);

evitare le parti sommitali dei getti;

evitare i nodi strutturali;

attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

#### **Prove di carico**

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla D.L., dal Collaudatore o dal progettista.

### *Art. 8 – Tubazioni e camerette*

#### **Generalità:**

La verifica e la posa in opera delle tubazioni saranno conformi al Decreto Min. Lav. Pubblici del 12/12/1985 (Norme tecniche relative alle tubazioni). A tale scopo l'Impresa, indicherà la Ditta fornitrice delle tubazioni, la quale dovrà dare libero accesso, nella propria azienda, agli incaricati dell'Amministrazione appaltante perché questi possano verificare la rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura. Prima di ordinare i materiali l'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori le caratteristiche, eventuali illustrazioni e/o campioni dei materiali che intende fornire, inerenti i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flange ed eventuali i giunti speciali. Insieme al materiale illustrativo, disegni e campioni.

All'esterno di ciascun tubo o pezzo speciale, in linea di massima, dovranno essere apposte in modo indelebile e ben leggibili le seguenti marchiature:

- marchio del produttore;
- sigla del materiale;
- data di fabbricazione;
- diametro interno o nominale;
- pressione di esercizio;
- classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in kN/m per i materiali non normati);
- normativa di riferimento.

#### **Segnalazione delle condotte**

Prima del completamento del rinterro, nei tratti previsti dal progetto dovrà essere stesa apposito nastro di segnalazione, indicante la presenza della condotta sottostante. Il nastro dovrà essere steso ad una distanza compresa fra 40 e 50 cm dalla generatrice superiore del tubo per profondità comprese fra 60 e 110 cm. mentre, per profondità inferiori della tubazione, la distanza tra il nastro e la generatrice superiore del tubo dovrà essere stabilita, d'accordo con la D.L., in maniera da consentire l'interruzione tempestiva di eventuali successivi lavori di scavo prima che la condotta possa essere danneggiata.

#### **Caratteristiche**

– **Condotti monolitici**

I condotti monolitici dovranno essere costruiti mantenendo il piano di fondazione costantemente asciutto, se del caso con opportune opere di drenaggio.

Il piano di fondazione dovrà essere sistemato in conformità alle prescritte livellette e su di esso si farà luogo al getto di sottofondo. Il fondo del condotto e la parte dei piedritti da rivestire verranno gettati su quest'ultimo, sagomati secondo i tipi di progetto mediante apposite dime di fondo, costruite in modo da lasciare il ribasso necessario alla posa del materiale di rivestimento. Questo verrà posato appena avvenuta la posa, con malta delle caratteristiche prescritte, colando poi pasta di puro cemento o speciale malta anticorrosiva nei giunti. Per il getto delle volte circolari potranno essere utilizzate, secondo le disposizioni della Direzione lavori, casseforme rigide oppure forme pneumatiche tubolari. Le casseforme dovranno essere ogni volta accuratamente lavate per togliere ogni residuo cementizio, non tollerandosi l'impiego di casseforme incrostate o comunque non perfettamente pulite. Durante il getto dei piedritti e delle volte si dovrà provvedere alla posa dei pezzi speciali per le immissioni nelle posizioni e con i diametri di progetto. Non appena il calcestruzzo della volta abbia fatto presa, si stenderà la cappa, che verrà quindi lisciata a ferro previa spolveratura di cemento puro. Le cappe dovranno essere idoneamente riparate dal sole, dalla pioggia e dal gelo fino all'indurimento e i primi 30 cm di reinterro sopra di esse dovrà avvenire con terreno esente da ciottoli o comunque materiale grossolano. Le superfici interne del condotto dovranno risultare compatte e perfettamente lisce e allo scopo l'Impresa sarà tenuta ad impiegare casseforme adatte e accorgimenti particolari quali ad esempio il rivestimento delle stesse con teli in plastica continui: nel caso che le superfici interne non risultassero con i requisiti suddetti, l'Impresa sarà obbligata a provvedere subito dopo il getto, a sue spese, alla formazione dell'intonaco continuo ottenuto mediante ripasso del getto ove occorrente con malta di cemento, arricciatura e lisciatura a ferro pure con malta di cemento e sabbietta.

– **Condotti e manufatti in elementi prefabbricati**

I condotti realizzati con elementi prefabbricati di calcestruzzo di cemento (ovoidali, circolari, pozzetti, ecc.) dovranno corrispondere a quanto specificato nelle "Norme per l'accettazione dei manufatti prefabbricati in calcestruzzo dicemento". Tutti i manufatti dovranno corrispondere ai disegni tipo di progetto o a quelli delle ditte costruttrici preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. L'impresa dovrà pure sottoporre alla Direzione Lavori, per l'approvazione un campione di pozzetto stradale e un campione di ognuna delle altre forniture richieste.

– **Tubi, materiali e manufatti in grès ceramico**

**Caratteristiche:**

Fornitura a piè d'opera di tubazioni e pezzi speciali in gres ceramico, ottenuti da impasto omogeneo, verniciati internamente ed esternamente, con giunto a bicchiere – sistema C, in barre di lunghezza pari a ml 2,00 – 1,50 – 1,00 – 0,50, in conformità alle norme UNI EN 295 che in sintesi si richiamano qui di seguito:

a) caratteristiche geometriche: sono quelle riportate nella tabella "Misure dei materiali" delle citate norme con le tolleranze riportate.

Per i tubi dritti il valore del rapporto fra la freccia di curvatura e la lunghezza (il valore della freccia si intende riferito ai 4/5 centrali della canna) dovrà essere per Ø:

|             |        |
|-------------|--------|
| < 150       | 6 mm/m |
| = 150 = 250 | 5 mm/m |
| > 250       | 4 mm/m |

b) aspetto esteriore: i materiali di gres ceramico per fognature sono coperti totalmente da una vetrina esclusivamente o prevalentemente a base di silicati, cioè da una copertura vetrificata, ottenuta ad alta temperatura mediante reazioni chimico-fisiche fra sostanze di apporto e le argille costituenti il gres;

c) durezza: la durezza del gres ceramico, sia alla superficie esterna, anche se vetrinata, che in frattura, è uguale a quella del quarzo e quindi deve risultare non inferiore al 7° posto della scala Mohs.

Si rimanda alle citate norme UNI EN 295 per quanto si riferisce alle dimensioni, spessore, lunghezza, tolleranza dimensioni e prove, campionamento e prelevamento, resistenza allo schiacciamento, alla flessione longitudinale, alla pressione idraulica interna, agli acidi, all'usura.

Ogni tubo deve portare marche leggibili ed indelebili che permettano di individuare:

- la marca di fabbrica;
- la data di fabbricazione;
- la classe del tubo;
- il diametro nominale.

Devono avere la superficie liscia, brillante ed uniforme caratteristica del materiale silicio-alluminoso cotto ad altissime temperature. In cottura dovrà essere ottenuta la parziale vetrificazione con l'aggiunta di appropriate sostanze, ma non con l'applicazione di vernici. I tubi dovranno essere dritti, privi di lesioni, abrasioni, cavità bolle ed altri difetti che possano comprometterne la resistenza. Devono essere perfettamente impermeabili e se immersi completamente nell'acqua per otto giorni non devono aumentare di peso più del 3%. Le condotte ed i relativi pezzi speciali dovranno:

- essere inattaccabili da acidi minerali ed organici, anche se caldi;
- resistere agli ossidanti ed agli aggressivi in genere;
- presentare frattura compatta e concoide con durezza pari al 3° grado della scala di Mohs;
- resistere agli urti, alla compressione, alla trazione ed alla torsione;
- non lasciarsi scalfire sulla superficie esterna, né su quella di frattura da un utensile di acciaio comune.

La giunzione sarà composta da elementi di tenuta in poliuretano applicati sulla punta ed all'interno del bicchiere che, sottoposti alle prove di cui alla UNI EN 295/3 punto 15, dovranno soddisfare i limiti riportati nel prospetto VII della UNI EN 295/1 punto 3.1.2 e garantire gli aspetti di tenuta idraulica indicati dalla norma UNI EN 295/1 punto 3.2.

L'Ente Appaltante si riserva il diritto di far effettuare in fabbrica, alla presenza di proprio personale, verifiche e prove di accertamento della qualità delle forniture. Un tubo o pezzo speciale, portato gradualmente ad una pressione idraulica interna di 2 kg/m<sup>2</sup> e così mantenuta per 20 secondi, non dovrà trasudare, né presentare incrinature. Un tubo poggiato su una tavola con interposto foglio di feltro, in maniera che il manicotto rimanga all'esterno libero da contatto, e gravato da un peso di 800 kg a mezzo di leva agente sopra un regolo di legno lungo 40 cm e largo 3, disposto longitudinalmente sulla parte centrale, con interposto altro foglio di feltro, non dovrà presentare incrinature. Per le suddette prove l'Appaltatore si dovrà impegnare presso la ditta fornitrice o la fabbrica a mettere a disposizione dell'incaricato dell'Amministrazione appaltante il personale, i materiali, i mezzi e le apparecchiature necessarie.

#### Carichi di rottura

I valori dei carichi minimi di rottura non devono essere inferiori a quelli riportati nella tabella sottostante.

| Diametro Nominale (mm) | kN/m | kN/m  |
|------------------------|------|-------|
| 100                    | 40   | –     |
| 125                    | 40   | –     |
| 150                    | –    | 40    |
| 200                    | 32   | 48    |
| 250                    | 40   | 60    |
| 300                    | 48   | 72    |
| 350                    | 42   | 56    |
| 400                    | 48   | 64/80 |
| 500                    | –    | 60    |
| 600                    | 57   | –     |
| 700                    | 60   | –     |
| 800                    | 60   | –     |

#### Sistema di giunzione

Le tubazioni devono essere munite, sia sul bicchiere che sulla punta, di guarnizioni elastiche prefabbricate in poliuretano fissate in stabilimento. Dette guarnizioni dovranno avere le caratteristiche riportate nella tabella:

| Prova   | Unità             | Limite   | Prova UNI EN 295-3 punto |
|---|-------------------|----------|--------------------------|
| Resistenza alla trazione                          | N/mm <sup>2</sup> | > = 2    | 15.2                     |
| Allungamento a rottura                            | %                 | > = 90   | 15.2                     |
| Durezza   | Shore A o IRHD    | 67 + - 5 | 15.3                     |
| Deformazione residua rimanente dopo 24 h a 70°C % | %                 | < 20     | 15.5                     |
| Deformazione residua rimanente dopo 70 h a 23°C % | %                 | < 5      | 15.5                     |
| Resistenza all'invecchiamento della durezza       | Shore A o IRHD    | 67 + - 5 | 15.6                     |
| Rilassamento dopo tensione D s 1 : 4              | %                 | < = 14   | 15.4                     |
| Rilassamento dopo tensione D s 1 : 5              | %                 | < = 15   | 15.4                     |
| Comportamento a bassa temperature                 | Shore A o IRHD    | < = 80   | 15.7                     |

#### Tenuta idraulica (disassamento angolare)

Le giunzioni in poliuretano, testate in conformità ai metodi di prova indicati dalla normativa UNI EN 295 parte 3 punto 18, dovranno assicurare una tenuta idraulica, dall'interno verso l'esterno e dall'esterno verso l'interno, fino ad una pressione pari a 1 bar, equivalente ad un battente idraulico di 10 m. di colonna d'acqua. Il sistema di giunzione elastico prefabbricato in poliuretano dovrà assicurare, senza compromettere la tenuta idraulica, una resistenza alla sollecitazione di taglio fino ad un limite massimo di  $50 \div 75$  N per millimetro di diametro e disassamenti angolari delle condotte senza compromettere la prestazione del sistema di giunzione pari a:

|                   |         |
|-------------------|---------|
| fino a Ø 200 mm   | 80 mm/m |
| da Ø 225 a 500 mm | 30 mm/m |
| da Ø 600 a 800 mm | 20 mm/m |

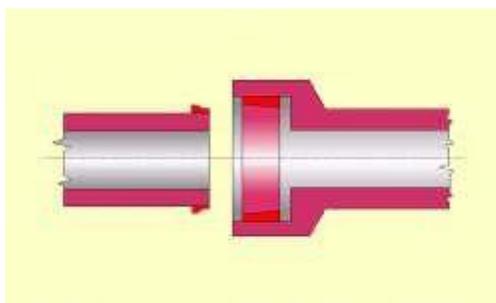
#### Certificato di collaudo

Come previsto dal "Decreto del Ministero dei lavori Pubblici del 12 dicembre 1985 Norme tecniche relative alle tubazioni" le singole forniture dovranno essere accompagnate da una dichiarazione di conformità, redatta secondo quanto previsto dalla norma UNI CEI EN 45014 Aprile 1999, rilasciata dal fabbricante all'impresa esecutrice. Il documento attesta la conformità della fornitura alla normativa UNI EN 295.

#### Guarnizioni e sistema di giunzione

In riferimaneto alla norma UNI EN 295 verranno utilizzati sistemi di giunzione denominato: *sistema C*, costituito da due guarnizioni di tenuta in resina poliuretanic, una situata nel bicchiere e l'altra posta sulla punta del tubo.

Il sistema di giunzione "C" prevede che i due elementi di tenuta siano fabbricati in stabilimento colando resina poliuretanic liquida attorno alla punta e all'interno del bicchiere dei tubi e pezzi speciali di Grès. La resina polimerizzando aderisce al Grès in modo talmente tenace da non poter più essere staccata, se non mediante scalpellatura.



#### Resistenza al taglio

Gli elementi costituenti la giunzione dovranno essere di resina poliuretanic molto tenace, resistente ed elastica (durezza  $67 \pm 5$  Shore A). La giunzione sarà testata in conformità ai metodi di prova sopra citati e, sottoposta ad una pressione interna o esterna di prova fino ad un massimo di 1 bar, dovrà consentire un movimento telescopico della punta nel bicchiere di 10 mm senza alcuna perdita e sopportare, sempre senza penalizzare la tenuta idraulica, uno sforzo tagliante di  $50 \div$

di diametro

#### Resistenza agli

La giunzione in poliuretanic agli alcali, agli inorganici e dovrà escursioni del pH 12.

I materiali di elastomero, prove di cui alla 681, dovranno riportati nel prospetto:

| Prova  | Unità | Limite  | Prova UNI EN 681 4.2 |
|--|-------|---------|----------------------|
| Tolleranza ammessa sulla durezza nominale            | IRHD  | $\pm 5$ | 4.2.3                |
| Resistenza alla trazione, min.                       | MPa   | 9       | 4.2.4                |
| Allungamento a rottura, min.                         | %     | 375     | 4.2.4                |
| Deformazione residua dopo compressione, max          | %     | 12      | 4.2.5.2              |
| Da 72 h a 23°C                                       | %     | 20      | 4.2.5.2              |
| Da 24 h a 70°C                                       | %     | 40      | 4.2.5.2              |
| Invecchiamento, 7 d a 70°C                           | IRHD  |         |                      |
| Variazione di durezza, max.                          | %     | +8/-5   | 4.2.6                |
| Variazione di resistenza alla trazione, max          | %     | -20     |                      |
| Variazione di allungamento, max                      | %     | +10/-30 |                      |
| Rilassamento della forza, max.                       | %     | 14      | 4.2.7                |
| 7 d a 23°C   | %     | 20      |                      |
| 100 d a 23°C   | %     | 5,5     |                      |
| Rilassamento della forza per decade logaritmica, max | %     |         |                      |
| Variazione di volume in acqua, max                   | %     | +8/-1   | 4.2.8                |
| 7 d a 23°C   | %     |         |                      |
| Resistenza all'ozono                                 | -     | *       | 4.2.9                |

\* Nessuna screpolatura visibile ad occhio nudo

75 N per ogni mm nominale.

#### agenti chimici

resina dovrà resistere acidi organici e sopportare nei liquami da 2 a

tenuta in sottoposti alle norma UNI EN soddisfare i limiti seguente

– **Tubi in cloruro di polivinile (non plastificato)**

Fornitura di tubi di PVC (policloruro di vinile) rigido non plastificato dei diametri indicati negli elaborati progettuali, con rigidità nominale dell'anello, SN = 8 kN/m<sup>2</sup> e SDR 34 (rapporto standard di dimensione) conformi alla norma europea EN 1401 e riconosciuti da attestato di conformità a questa norma europea da UNIPLAST, Ente federato all'UNI, con codice di applicazione di tipo "U" ed aventi superficie liscia, la cui Ditta produttrice attua la Certificazione SQP del Sistema Qualità Aziendale in conformità alla norma UNI EN ISO 9002, e recanti sul prodotto il nome commerciale, la data di produzione, il diametro esterno del tubo, la classe di rigidità, il rapporto standard dimensionale lo spessore minimo, di colore rosso mattone RAL 8023 o colore grigio opaco RAL 7037. Le tubazioni della fornitura saranno condotte di scarico per fognature civili, industriali od agricole, eventualmente accompagnate da dichiarazioni di conformità della Ditta produttrice, ed adatte al convogliamento di fluidi a pelo libero corredate di bicchiere di giunzione con anello di tenuta, quest'ultimo conforme alla norma UNI EN 681-1 di materiale elastomerico a labbro. Prima di procedere alla posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre. I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo avere un contatto continuo con il letto stesso.

I tubi in PVC dovranno essere appoggiati ed annegati in massello di calcestruzzo e saranno interrati dall'Impresa appaltatrice, seguendo scrupolosamente le prescrizioni dell'IIP (pubblicazione n° 3 – 11/84) inerenti la corretta posa in opera, successivamente collaudati in base alle modalità previste dal DM 12/12/85.

– **Tubi in polietilene**

**PE80**

Tubazioni con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 8 Mpa destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201:2004, e a quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); contrassegnate dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n° 109, e successive modifiche". I tubi devono essere formati per estrusione e possono essere forniti sia in barre che in rotoli. La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo deve essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o copolimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare. Tali additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) vengono dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e sono destinati a migliorare le performances di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito. Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbon black, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto (2÷2,5% in peso). Il compound, all'atto dell'immissione nella tramoggia di carico dell'estrusore, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 300 ppm. Le materie prime utilizzate dovranno essere comprese nell'elenco di quelle omologate dall'IIP (Istituto Italiano dei Plastici).

| Prova  | Valore di riferimento        | Riferimento normativo |
|--|------------------------------|-----------------------|
| Massa volumica                                     | 3 945- 960 kg/m <sup>3</sup> | ISO 1183              |
| Contenuto di carbon black                          | 2 ÷ 2,5 %                    | ISO 6964              |
| Dispersione del carbon black                       | £ grado 3                    | ISO 18553             |
| Tempo di induzione all'ossidazione                 | > 20 min a 210° C            | EN 728                |
| Indice di fluidità per 5 kg a 190°C per 10 min-MFI | 0,3 ÷ 1,1 g/10 min           | ISO 1133              |
| Contenuto sostanze volatili                        | £ 350 mg/kg                  | EN 12099              |
| Contenuto di acqua                                 | £ 300 mg/kg                  | EN 12118              |

Tabella n. 1 : Requisiti della materia prima

Le linee di riconoscimento dovranno essere 8 e saranno formate esclusivamente per coestrusione e dovranno essere di colore blu. Il materiale utilizzato per la coestrusione sarà possibilmente omologo, o quanto meno compatibile per MRS, con il materiale utilizzato per l'estrusione del tubo.

Non è ammesso l'impiego anche se parziale di:

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

- compound e/o materiale base ottenuto per ri-masterizzazione di materiali neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o aziende diverse dal produttore di materia prima indicato in marcatura;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, anche singoli, (MFI, massa volumica, umidità residua, sostanze volatili, etc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da materie prime diverse, anche se dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubo già estruso, anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

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

| Controlli su materia prima           | Frequenza   | Metodo di prova |
|--------------------------------------|-------------|-----------------|
| Melt Flow Index (MFI) 190°C/5 kg/10' | Ogni carico | ISO 1133        |
| Densità                              | Ogni carico | ISO 1183        |
| O.I.T. a 210°C                       | Ogni carico | EN 728          |
| Contenuto di carbon black            | Ogni carico | ISO 6964        |
| Dispersione del carbon black         | Ogni carico | ISO 18553       |
| Contenuto d'acqua                    | Ogni carico | EN 12118        |

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

Tubi in PE 80

| Prova   | Frequenza minima  | Metodo di prova |
|---|---|-----------------|
| Aspetto e marcatura                                     | Ogni 2 ore  | pr EN ISO 3126  |
| Diametro esterno medio                                  | Ogni 2 ore  | pr EN ISO 3126  |
| Ovalizzazione   | Ogni 2 ore  | pr EN ISO 3126  |
| Spessore  | Ogni 2 ore  | pr EN ISO 3126  |
| Tensioni interne (ritiro a caldo)                       | Ogni 24 ore   | EN 743          |
| Resistenza alla pressione interna: 100h/20°C / 10 MPa   | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | EN 921          |
| Resistenza alla pressione interna: 165h/80°C / 4.6 MPa  | Una volta la settimana per ogni linea di produzione           | EN 921          |
| Resistenza alla pressione interna: 1000h/80°C / 4.0 MPa | Una volta l'anno per ogni linea di produzione                 | EN 921          |
| Indice di fluidità (MFI) 190°C / 5 kg / 10'             | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | ISO 1133        |
| O.I.T. a 210°C  | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | EN 728          |
| Dispersione del carbon black                            | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | ISO 18553       |
| Tensione di snervamento                                 | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | ISO 6259        |
| Allungamento a rottura                                  | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | ISO 6259        |

La Ditta produttrice dovrà essere in possesso di Certificazione di Qualità Aziendale in conformità alla norma ISO 9001:2000 e ISO 14001:1996 rilasciata da ente competente e accreditato, e associato a IQNet.

Saranno inoltre preferiti i produttori che, oltre alla certificazione italiana della UNI-IIP-Italia, siano in possesso di certificazioni di qualità rilasciate e riconosciute da altri Enti di paesi europei, quali ad esempio:

- Osterreichisches Normungsinstitut e marchio ÖVGW – Austria
- Association Francaise de Normalisation – Francia

L’Azienda committente potrà esercitare nei confronti del produttore di tubi, a sua esclusiva discrezione, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:

- accesso in qualsiasi momento della produzione agli stabilimenti di produzione;
- prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo e/o di materia prima, sia in tramoggia di alimentazione dell’estrusore, sia da sacchi o da silos di stoccaggio;
- esecuzione, in presenza di delegati della committente, di qualsiasi delle prove previste
- analisi di corrispondenza quali-quantitativa tra tubo e compound dichiarato in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici dei compound da delegare al produttore di materia prima.

Le spese relative ai controlli di qualità sono ad esclusivo carico del fornitore qualora siano effettuate presso il Laboratorio dello stesso.

Saranno inoltre a carico del fornitore gli oneri derivanti dall’eventuale ritiro di tubi già consegnati alla committente ma risultati non conformi a seguito degli esiti delle prove previste.

In caso di non rispondenza delle forniture alle specifiche della committente e a quanto dichiarato sulla marcatura del tubo, e in caso di incapacità del fornitore di eseguire in proprio le prove previste, la committente ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l’eventuale rifusione del danno come previsto dall’art. 1497 del Codice Civile.

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

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- marchio di conformità IIP-UNI (n. 119);
- tipo di materiale (PE 80);
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- pressione nominale, SDR (Standard Dimension Ratio), Spessore ;
- codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell’IIP;
- data di produzione.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al fornitore. I tubi in rotoli devono inoltre riportare, ad intervallo di 1 metro lungo il tubo, un numero progressivo indicante la lunghezza metrica dello stesso.

**PE100**

Tubazioni con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 10 MPa, destinati alla distribuzione dell’acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201 del 2004, e a quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell’Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche". I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli. La materia prima da impiegare per l’estrusione del tubo deve essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o copolimerizzazione, dell’etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare. Tali additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) vengono dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e sono destinati a migliorare le performances di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito. Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbon black, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto (2÷2.5% in peso). Il compound, all’atto dell’immissione nella tramoggia di carico dell’estrusore, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 300 ppm. Le materie prime utilizzate dovranno essere comprese nell’elenco di quelle omologate dall’IIP (Istituto Italiano dei Plastici).

| Prova                        | Valore di riferimento       | Riferimento normativo |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Massa volumica               | ≥ 955-965 kg/m <sup>3</sup> | ISO 1183              |
| Contenuto di carbon black    | 2 ÷ 2,5 %                   | ISO 6964              |
| Dispersione del carbon black | ≤ grado 3                   | ISO 18553             |

|   |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Tempo di induzione all'ossidazione (OIT)            | > 20 min a 210° C  | EN 728   |
| Indice di fluidità per 5 kg a 190°C per 10 min- MFI | 0,2 ÷ 0,5 g/10 min | ISO 1133 |
| Contenuto sostanze volatili                         | ≤ 350 mg/kg        | EN 12099 |
| Contenuto di acqua                                  | ≤ 300 mg/kg        | EN 12118 |

Tabella n. 1 : Requisiti della materia prima

Le linee di riconoscimento dovranno essere 8 e saranno formate esclusivamente per coestrusione e dovranno essere di colore blu. Il materiale utilizzato per la coestrusione sarà possibilmente omologo, o quanto meno compatibile per MRS, con il materiale utilizzato per l'estrusione del tubo.

Non è ammesso l'impiego anche se parziale di:

- compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati;
- compound e/o materiale base ottenuto per ri-masterizzazione di materiali neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o aziende diverse dal produttore di materia prima indicato in marcatura;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, anche singoli, (MFI, massa volumica, umidità residua, sostanze volatili, etc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da materie prime diverse, anche se dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubo già estruso, anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

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

| Controlli su materia prima           | Frequenza   | Metodo di prova |
|--------------------------------------|-------------|-----------------|
| Melt Flow Index (MFI) 190°C/5 kg/10' | Ogni carico | ISO 1133        |
| Densità                              | Ogni carico | ISO 1183        |
| O.I.T. a 210°C                       | Ogni carico | EN 728          |
| Contenuto di carbon black            | Ogni carico | ISO 6964        |
| Dispersione del carbon black         | Ogni carico | ISO 18553       |
| Contenuto d'acqua                    | Ogni carico | EN 12118        |

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

Tubi in PE 100

| Prova                  | Frequenza minima | Metodo di prova |
|------------------------|------------------|-----------------|
| Aspetto e dimensioni   | Ogni 2 ore       | pr EN ISO 3126  |
| Diametro esterno medio | Ogni 2 ore       | pr EN ISO 3126  |
| Ovalizzazione          | Ogni 2 ore       | pr EN ISO 3126  |
| Spessore               | Ogni 2 ore       | pr EN ISO 3126  |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| Tensioni interne (ritiro a caldo)                        | Ogni 24 ore   | EN 743    |
| Resistenza alla pressione interna:<br>100h/20°C/12.4 MPa | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | EN 921    |
| Resistenza alla pressione interna:<br>165h/80°C/5.5 MPa  | Una volta alla settimana per ogni linea di produzione         | EN 921    |
| Resistenza alla pressione interna:<br>1000h/80°C/5.0 MPa | Una volta all'anno per ogni linea di produzione               | EN 921    |
| Indice di fluidità (MFI)<br>190°C / 5 kg / 10'           | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | ISO 1133  |
| O.I.T. a 210°C   | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | EN 728    |
| Dispersione del carbon black                             | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | ISO 18553 |
| Tensione di snervamento                                  | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | ISO 6259  |
| Allungamento a rottura                                   | Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima | ISO 6259  |

La Ditta produttrice dovrà essere in possesso di Certificazione di Qualità Aziendale in conformità alla norma ISO 9001:2000 e ISO 14001:1996, rilasciata da ente competente e accreditato, e associato a IQNet.

Saranno inoltre preferiti i produttori che, oltre alla certificazione italiana della UNI-IIP-Italia, siano in possesso di certificazioni di qualità rilasciate e riconosciute da altri Enti di paesi europei, quali ad esempio:

- Osterreichische Normungsinstitut e marchio ÖVGW – Austria
- Association Francaise de Normalisation – Francia

L'Azienda committente potrà esercitare nei confronti del produttore di tubi, a sua esclusiva discrezione, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:

- accesso in qualsiasi momento della produzione agli stabilimenti di produzione;
- prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo e/o di materia prima, sia in tramoggia di alimentazione dell'estrusore, sia da sacchi o da silos di stoccaggio;
- esecuzione, in presenza di delegati della committente, di qualsiasi delle prove previste
- analisi di corrispondenza quali e quantitativa tra tubo e compound dichiarato in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici dei compound da delegare al produttore di materia prima.

Le spese relative ai controlli di qualità sono ad esclusivo carico del fornitore qualora siano effettuate presso il Laboratorio dello stesso. Saranno inoltre a carico del fornitore gli oneri derivanti dall'eventuale ritiro di tubi già consegnati alla committente ma risultati non conformi a seguito degli esiti delle prove previste. In caso di nonrispondenza delle forniture alle specifiche della committente e a quanto dichiarato sulla marcatura del tubo, e in caso di incapacità del fornitore di eseguire in proprio le prove previste, la committente ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l'eventuale rifusione del danno come previsto dall'art. 1497 del Codice Civile. La marcatura sul tubo richiesta dalle norme di riferimento avverrà per impressione chimica o meccanica, a caldo, indelebile. Essa conterrà come minimo:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- marchio di conformità IIP-UNI ( n.119)
- tipo di materiale ( PE 100);
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- pressione nominale, SDR (Standard Dimension Ratio), Spessore;
- codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell'IIP;
- data di produzione.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al fornitore. I tubi in rotoli devono inoltre riportare, ad intervallo di 1 metro lungo il tubo, un numero progressivo indicante la lunghezza metrica dello stesso.

L'accatastamento dei tubi in P.E.a.d. deve essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari su superfici che non presentino irregolarità tali da provocare deformazioni dei tubi nel tempo; l'accatastamento non deve superare l'altezza di 2 m.

Le giunzioni delle tubazioni in P.E.a.d. saranno eseguite secondo le modalità che seguono.

- Giunzioni per saldatura

Dovranno essere sempre eseguite da personale qualificato, con apparecchiature idonee ed in ambiente atmosferico tranquillo.

- Saldature testa a testa

Usate 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  $473 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ;
- 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.

- Giunzioni elettrosaldabili

Eseguite riscaldando elettricamente il bicchiere in P.E.a.d. nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; tali giunzioni sono consigliabili quando si devono unire due estremità di tubo che non possano essere rimosse dalla loro posizione.

- Giunzioni mediante serraggio meccanico

Possono essere utilizzate mediante i seguenti sistemi:

a) Giunti metallici.

Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti GIBAULT) e quindi necessitano di una boccola interna. Nel caso che il graffaggio sia effettuato sull'esterno del tubo non è indispensabile tale boccola.

b) Raccordi di materia plastica.

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

- Giunzioni per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in P.E.a.d. I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con bulloni o tiranti in acciaio inox di lunghezza appropriata. A collegamento avvenuto flange e bulloni saranno convenientemente protetti contro la corrosione.

Il collegamento fra tubi in P.E.a.d. in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (grès, acciaio zincato, cemento, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico a mezzo flange o con collari a saldare predisposti su tubo. In questi casi, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento avverrà entro pozzetto di ispezione. Nella realizzazione delle giunzioni dovrà essere garantita la perfetta tenuta non solo al momento della posa, ma anche con le massime sollecitazioni ipotizzabili (assestamenti, variazioni termiche, passaggio d'automezzi pesanti ecc.).

**Tubi in polietilene flessibili, in rotoli od in barre per il passaggio di cavi in genere**

Dovranno essere corrugati all'esterno e lisci all'interno, provvisti di sondino tirafilo metallico; i diametri saranno quelli previsti in progetto. Le caratteristiche tecniche degli elementi in rotolo, dovranno essere le seguenti:

- resistenza all'urto con temperatura fino a 248 K: NFC 68-171;
- resistenza alla foratura con temperatura fino a 258 K: NFC 68-171;
- resistenza allo schiacciamento inferiore al 10% del diametro per 750 N di carico esercitato per dieci minuti: NFC 68-171;
- la flessibilità dovrà consentire l'esecuzione di curve con raggio pari a 15 volte il diametro del tubo.

I tubi saranno provvisti di manicotti di giunzione di appropriato diametro.

Gli elementi in barre, oltre ad avere le caratteristiche della tubazione in rotoli, dovranno rispettare le seguenti ulteriori caratteristiche:

- in assenza di giunto:  
resistenza alla sconnessione superiore a 50 N: NFC 68-171;
- in presenza di giunto a tenuta stagna:  
resistenza alla pressione interna  $\geq 5 \text{ MPa}$ : NFC 68-171;  
resistenza alla sconnessione  $\geq 100 \text{ N}$ : NFC 68-171.

Gli elementi di giunzione saranno a bicchiere, suriniettati, traslucidi ed al fine di garantire la tenuta stagna del giunto, saranno dotati di guarnizione. Le tubazioni, sia in barre che in rotoli, prima del ripristino del materiale scavato, saranno coperte da uno strato di protezione in conglomerato cementizio di tipo III avente classe di resistenza  $\geq 25 \text{ MPa}$  per uno spessore minimo di 10 cm. Per il passaggio dei cavi dell'energia elettrica e/o telefonia, il tubo dovrà inoltre rispondere alle normative CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4, di colore blu (RAL 5002).

- **Tubi in acciaio**

**Tubi in acciaio senza saldatura e saldati.**

I tubi di acciaio avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme UNI 6363–84, con diametro nominale DN da 40 a 900 mm per pressioni di esercizio rispettivamente da circa 40 a 140 kgf/cm<sup>2</sup>.

Saranno senza saldatura (per i diametri minori) oppure saldati longitudinalmente con saldatura elettrica a resistenza (per i diametri maggiori). I tubi in acciaio saldato corrisponderanno alle istruzioni fornite sul loro impiego dalla Circ. Min. LL.PP. 5 maggio 1966 n. 2136, in quanto non contrastanti con le norme sopra indicate.

Le estremità dei tubi saranno a cordone e a bicchiere cilindrico per tubi con DN ≤ 125 mm o sferico per tubi con DN ≥ 150 mm, per giunti con saldatura autogena per sovrapposizione. Possono anche prevedersi tubi con estremità predisposte per saldatura di testa. Saranno in lunghezza da 8 a 13,5 m. ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 8 m.; la lunghezza è misurata fra le due estremità di ogni tubo, dedotta la lunghezza della profondità del bicchiere. Saranno protetti internamente con una semplice bitumatura che soddisfi l'esigenza della buona conservazione della superficie interna del tubo nel tempo intercorrente tra la fabbricazione del tubo e la sua posa in opera. Saranno protetti esternamente con rivestimento normale (realizzato con una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da un doppio strato di feltro di vetro impregnato con la stessa miscela bituminosa e con una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio) oppure con rivestimento pesante (consistente in una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da uno strato di feltro ed uno di tessuto di vetro impregnati con la stessa miscela bituminosa, e in una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio). I rivestimenti interni ed esterni dovranno corrispondere alle prescrizioni dell'appendice B alle suddette norme UNI 6363–84. Insieme con i tubi dovrà essere consegnato dal fornitore il materiale occorrente per la protezione dei giunti saldati e per le eventuali riparazioni ai rivestimenti. All'atto dell'ordinazione l'Appaltatore richiederà al fornitore il certificato di controllo secondo le norme UNI 5447–64, punto 4.

Quando le esigenze del terreno lo impongono potranno essere richiesti dalla Direzione dei Lavori rivestimenti di tipo speciale, da studiare e stabilire di volta in volta in relazione alle effettive esigenze d'impiego. I raccordi devono essere di acciaio, da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI–EN 10253.

#### **Tubi di acciaio filettabili ISO 65 e UNI 3824 o 4148**

I tubi di acciaio filettabili saranno saldati (per i diametri minori) oppure senza saldatura (per i diametri maggiori) e avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi rispettivamente alle norme ISO 65–73 ed alle norme UNI 3824–74 o UNI 4148–74. Le estremità dei tubi saranno predisposte per giunzione filettata a vite e manicotto e per giunzione saldata di testa. I tubi saldati saranno in lunghezza da 6 m (con una tolleranza di + 100 mm e – 50 mm), ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 7 m. I tubi senza saldatura saranno in lunghezza da 4 a 7 m. I tubi di acciaio filettabili saranno protetti con bitumatura interna e con rivestimento esterno normale o pesante, oppure saranno zincati secondo la norma UNI 5745. All'atto dell'ordinazione l'Appaltatore richiederà al fornitore un attestato di conformità alle norme ISO 65 o UNI 3824 o UNI 4148.

#### **Pezzi speciali d'acciaio**

I pezzi speciali di acciaio avranno le stesse caratteristiche previste per i tubi, con una maggiore tolleranza sulle dimensioni e la massa lineica e con esclusione della prova idraulica (che sarà effettuata sul tubo da cui i pezzi speciali sono ricavati) e saranno bitumati internamente e con rivestimento esterno normale o pesante, come per i tubi. L'ordinazione sarà in genere riferita ai pezzi speciali di serie adatti per pressione di esercizio di 10 kgf/cm<sup>2</sup>; ma per esigenze particolari saranno ordinati anche pezzi speciali non di serie, e cioè quelli di tabella ma adatti per pressioni di esercizio superiori e/o con giunti diversi o altri pezzi speciali ricavati, per la loro parte tubolare, da tubi di acciaio aventi caratteristiche appropriate e, per le altre parti, da profilati o da pezzi fucinati.

Le flange devono essere di acciaio, del tipo da saldare a sovrapposizione, circolari, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI 2276 e UNI 2229, o del tipo da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI 2280 e UNI 2229. Le flange a collarino saranno ricavate in un solo pezzo da fucinati di acciaio e saranno lavorate e tornite secondo UNI 2279–67, avranno superficie di tenuta a gradino secondo UNI 2229–67. I bulloni a testa esagonale ed i bulloni a tirante interamente filettati devono essere conformi alla UNI 6609 e UNI 6610. Gli elementi di collegamento filettati devono avere caratteristiche meccaniche non minori di quelle prescritte dalla UNI–EN 20898 per la classe 4.8.

#### **– Tubazioni in ghisa sferoidale**

Le tubazioni in ghisa sferoidale dovranno avere caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme UNI EN ISO 2531–81. Dovranno avere giunto elastico automatico con guarnizione a profilo divergente tipo GIUNTO RAPIDO conforme alle norme UNI 9163–87, gli anelli di gomma saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati. Dovranno avere una struttura che ne permetta la lavorazione con particolare riguardo alle operazioni di taglio e foratura e presentare alla rottura una grana grigia, compatta e regolare; non dovranno avere difetti che pregiudichino l'impiego al quale sono destinati. I raccordi avranno le estremità adatte al tipo di giunzione previsto dalle prescrizioni di progetto. Se non diversamente previsto dalla voce delle prescrizioni di progetto, il giunto sarà elastico di tipo meccanizzato a bulloni conforme alle norme UNI 9164–87.

I tubi saranno in lunghezze di 6 m per DN ≤ 700 mm e di 6–7 e/o 8 m per DN ≥ 700 mm; di norma, nei diametri da DN 80 a DN 700 la verniciatura sarà preceduta dall'applicazione di uno strato di zinco mediante apposita pistola conforme alle norme UNI 8179–86.

Le tubazioni in ghisa sferoidale per acquedotto dovranno essere conformi alle norme UNI EN 545 saranno in generale rivestiti internamente con malta cementizia applicata per centrifugazione, distribuita uniformemente sulle pareti con gli

spessori stabiliti dalle norme UNI ISO 4179–83. Tutti i raccordi, se non diversamente stabilito dalle prescrizioni di progetto, saranno rivestiti sia internamente che esternamente mediante immersione con vernice bituminosa composta da bitumi ossidati sciolti in adatti solventi.

|            |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>DN</b>  | 60 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600 | 700 |
| <b>bar</b> | 64 | 64 | 64  | 64  | 55  | 44  | 39  | 37  | 35  | 34  | 33  | 32  | 31  | 29  |

Le tubazioni in ghisa sferoidale per fognatura dovranno essere conformi alle norme UNI EN 598, saranno rivestiti internamente con malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione, di spessore rispondente alle UNI–ISO 4179–83; esternamente con uno strato di zinco puro applicato per metallizzazione, in conformità alle norme UNI–ISO 8179–86, e poi con una vernice di colore rosso bruno. Inoltre l'esterno dell'estremità del tubo liscio e l'interno del bicchiere che è a contatto con i liquidi saranno rivestiti con vernice epossidica. Le tubazioni per acquedotto saranno utilizzate alle seguenti pressioni di esercizio, per la serie spessore K = 9, a seconda del diametro nominale.

I tubi per fognatura in pressione saranno sottoposti ad una prova idraulica di tenuta sotto pressione di 40 bar.

#### Raccordi di ghisa sferoidale

I raccordi di ghisa sferoidale per le tubazioni di acquedotto avranno le stesse caratteristiche previste per i tubi e saranno rivestiti internamente ed esternamente con vernice bituminosa. I raccordi per le tubazioni di fognatura – tranne quelli destinati al collegamento con strutture murarie, che non saranno verniciati all'esterno allo scopo di favorire l'ancoraggio – saranno rivestiti sia all'esterno che all'interno con vernice epossidica.

I giunti dei raccordi saranno a bicchiere del tipo meccanico a bulloni Express e/o a flangia.

I principali raccordi sono i seguenti:

– *Con giunto Express:*

- ┌─ Giunzioni ad una flangia (imbocchi).
- ┌─ Giunzioni flangia-bicchiere (tazza).
- ≡ Manicotti a 2 bicchieri.
- ↷ Curve a 2 bicchieri, ad 1/4 (90°).
- \* Curve a 2 bicchieri, ad 1/8 (45°).
- \* Curve a 2 bicchieri, ad 1/16 (22° 30').
- \* Curve a 2 bicchieri, ad 1/32 (11° 15').
- ⊥ Pezzi a T, TI, a 2 bicchieri con diramazione a flangia.
- Σ Riduzione a 2 bicchieri.

b) *Con giunto a flangia:*

- ⊥ Riduzioni a 2 flangie.
- ┌─ Pezzi a T a 3 flangie.
- ┌─ Croci a 4 flangie.
- ↷ Curve a 2 flangie, c. s.
- || Flangie di riduzione.

#### Marcatura dei tubi e raccordi di ghisa sferoidale e delle guarnizioni

Ogni tubo porterà i seguenti marchi:

- il marchio di fabbrica;
- il diametro nominale DN, in mm (per esempio DN 200);
- il tipo di materiale (p.e. 2GS; dove 2: tipo di profilo esterno del bicchiere; e GS: ghisa sferoidale);
- il tipo di giunto (Rapido: R – Express: Ex).

Ogni raccordo porterà i seguenti marchi:

- il tipo del pezzo: p.e. TI, per il pezzo a T (per le curve sarà anche indicato il grado di deviazione angolare);
- il diametro nominale DN;
- il tipo di materiale.

Ogni guarnizione ad anello di gomma porterà i seguenti marchi:

- il marchio di fabbrica;
- il diametro nominale DN;

- il tipo di giunto;
- il tipo di impiego (Acqua);
- l'anno di fabbricazione.

- **Tubazioni in cls ed in cemento armato**

**A) Tubi ovoidali prefabbricati in calcestruzzo di cemento**

Saranno costruiti in conglomerato cementizio semplice o leggermente armato a seconda della Ditta fornitrice in modo da risultare comunque portanti fino a carichi di 9000 kg/ml, in base a prove di carico fatte da Enti Pubblici autorizzati. Saranno confezionati con inerti altamente selezionati e con cemento ad alta resistenza del tipo pozzolanico o ferrico dosato a kg 400 per mc di impasto, vibrati ad alte frequenze e compressi. Saranno provvisti di fondello in gres incorporato nel getto nella parte inferiore ed esteso a 120°. I singoli elementi saranno posati in livelletta prestabilita dai profili di progetto sul già predisposto sottofondo in calcestruzzo di cemento dosato a kg 200, delle dimensioni stabilite dai disegni tipo. E' tassativamente prescritta l'esatta posa in allineamento e la sigillatura dei giunti, interna ed esterna, da farsi esclusivamente con malta cementizia grassa preparata all'atto dell'uso.

**B) Tubi circolari prefabbricati in calcestruzzo di cemento**

Dovranno essere costruiti in conglomerato cementizio mediamente armato in modo da risultare comunque portanti fino a carichi di 9000 kg/ml od altri carichi specificamente indicati in progetto, in base a prove di carico eseguite da Enti Pubblici autorizzati. Saranno realizzati con inerti altamente ed opportunamente selezionati al fine di garantire la necessaria compattezza ed impermeabilità del getto.

Per i getti verrà usato cemento del tipo ferrico o pozzolanico ad alta resistenza con dosatura minima di 400 kg/mc e comunque tale da garantire con gli spessori adottati la richiesta portanza di 9000 kg/ml. Saranno realizzati mediante turbocentrifugazione. I giunti dovranno essere realizzati ad incastro a maschio e femmina con interposizioni di anello di tenuta in gomma butilica antiacida di opportune dimensioni e sezione al fine di garantire anche nel tempo la perfetta tenuta idraulica. Per maggiore sicurezza per la tenuta idraulica tutto il perimetro della giunzione verrà sigillato con malta cementizia grassa preparata all'atto dell'uso. I singoli elementi saranno posati alla livelletta prestabilita nei profili di progetto su di un sottofondo di calcestruzzo di cemento dosato a 200 kg/mc delle dimensioni stabilite dai disegni tipo (se previsto nei disegni di progetto). E' tassativamente prescritta l'esatta posa in allineamento planimetrico ed altimetrico.

**C) Tubi circolari in ghisa sferoidale**

Dovranno soddisfare le Norme UNI ISO 2531-88, UNI ISO 4179-87, ISO 8179-86, UNI ISO 180-86, UNI 9163-87, UNI 9164-87, dovranno essere realizzate in ghisa e grafite sferoidale e presentare opportuno rivestimento esterno in materiale bituminoso ed interno in malta cementizia tipo 325 d'altoforno applicato per centrifugazione. I giunti potranno essere a bicchiere con anello di tenuta in gomma, eventualmente con controflangia e bulloni antisfilamento, o a bicchiere per giunzione a piombo, o a flangia e controflangia. Ogni tubo dovrà portare il marchio del fabbricante, l'indicazione che il pezzo è realizzato in ghisa sferoidale e il valore del diametro nominale. La posa in opera avverrà su di un letto di materiale fine, prelevato dal materiale scavato, perfettamente livellato, in modo da consentire l'appoggio lungo tutta la generatrice, secondo le pendenze del profilo di progetto. Le giunzioni dovranno garantire la perfetta tenuta idraulica e l'allineamento delle varie tubazioni da pozzetto a pozzetto.

**D) Tubazioni in cemento armato turbocentrifugato a compressione radiale con giunto in acciaio a mezzo spessore**

Le tubazioni in cemento armato turbocentrifugato dovranno essere costruite con calcestruzzo di cemento Portland 325 dosato con almeno 3,5 quintali per ogni metro cubo di inerte ed attivato con ceneri volanti nella misura del 20÷25% del peso del cemento, oppure con cemento d'alto forno R 425 con dosaggio minimo di 350 kg/m<sup>3</sup>.

- L'armatura sarà eseguita con tondini di acciaio disposti a spirale continua e saldati, senza apporto di materiale, ai ferri longitudinali, anch'essi di tondino per c.a.
- Il passo della spirale ed il diametro del tondino (armatura ad alta resistenza) dovranno essere tali da assicurare le resistenze allo schiacciamento di progetto.
- I giunti delle tubazioni saranno a mezzo spessore, conformati secondo i disegni di progetto, e comunque saldati all'armatura della tubazione.
- Le superfici a contatto con la guarnizione saranno in acciaio, saldate alle armature e protette contro la corrosione chimica ed elettrostatica con resine epossidiche, per uno spessore minimo di 250 microns, e comunque tale da garantire un isolamento elettrico contro le cosiddette "correnti vaganti" di almeno 2000 V.
- Le guarnizioni saranno di gomma neoprene della durezza di 45/50 Shore, e dovranno garantire la perfetta tenuta nonché la funzionalità d'esercizio delle condotte.
- La lunghezza dei singoli tubi sarà compresa tra m 2,50 e 4,00.
- Le tubazioni di sezione circolare, senza piano di posa, dovranno essere ben stagionate, levigate e perfettamente rettilinee, a sezione interna ed esterna esattamente circolare, di spessore uniforme a scève da screpolature, e dovranno essere conformi alle norme DIN 4032, DIN 4035 ed al Decreto Ministeriale 12.12.1985.
- Se richieste, e su giudizio insindacabile della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà presentare le analisi chimiche del conglomerato cementizio e del tipo di cemento impiegato per la costruzione dei condotti, e delle resine impiegate, redatte da istituti di ricerca autorizzati a tale scopo.

Prescrizioni tecniche per i tubi di cemento armato

per potersi definire "armato" il tubo turbocentrifugato con anello di acciaio deve avere serie di ferri disposti come segue:

- a) anelli saldati a spirale continua a passo costante;
- b) elementi longitudinali lungo le generatrici, lunghi quanto il tubo, disposti ad intervalli regolari;
- c) anelli di incastro maschio/femmina in acciaio, saldati alla armatura.

#### **Processo di fabbricazione dei tubi**

I tubi devono essere fabbricati con il metodo della compressione radiale in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti i manufatti prodotti; a tal fine tutte le operazioni che compongono il processo di fabbricazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato. La stagionatura potrà avvenire entro vasche d'acqua oppure, sistemando i tubi in posizione verticale, con continua aspersione d'acqua. La durata della immersione o della aspersione non dovrà in nessun caso essere inferiore a 7 giorni. E' ammessa la maturazione a vapore, purchè l'impianto sia attrezzato in modo tale da consentire la ripetizione di ciascun ciclo di maturazione secondo una curva predeterminata; anche per i tubi maturati a vapore si deve poi praticare la stagionatura di cui al punto precedente.

#### **Inerti, cemento, acqua**

Gli inerti devono essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate. Gli inerti dovranno essere perfettamente lavati, di granulometria assortita, ottenuta tramite miscela di almeno 3 inerti con granulometrie complementari (ad esempio da 0 a 3 mm, da 3 a 7 mm, oltre i 7 mm), con l'avvertenza che la dimensione massima non sarà mai superiore a 1/4 dello spessore del tubo e comunque non maggiore di 25 mm. La composizione granulometrica, oltretutto legata al processo di fabbricazione, dovrà essere tale da consentire la massima compattezza del getto. L'acqua dovrà essere limpida, non contenere acidi o basi in percentuale dannosa, e dosata in modo da ottenere un impasto con un rapporto acqua/cemento non superiore a 0,37.

#### **Armature metalliche**

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da ferri tondi avvolti a spirale e collegati longitudinalmente da tondi in numero e diametro sufficiente per costituire una robusta gabbia, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione ed atta a conferire al tubo la necessaria resistenza. Il numero dei ferri longitudinali, il diametro ed il passo della spirale saranno definiti dai calcoli statici in funzione dei carichi e delle sollecitazioni che le tubazioni dovranno subire. I ferri di armatura dovranno avere un ricoprimento minimo di 3 cm. Sulla posizione di armatura è ammessa una tolleranza di circa 0,5 cm, purchè sia sempre assicurato il copriferro minimo di 3 cm. Gli anelli di incastro maschio/femmina saranno realizzati con lamiera d'acciaio laminata a caldo, di spessore minimo 3 mm, calandrati, saldati d'estremità con processo di saldatura a scintillio, sagomati a freddo per ottenere la sede di alloggiamento della guarnizione sull'incastro maschio e lo smusso di invito per l'incastro femmina. Gli anelli saranno poi, uno ad uno, calibrati con procedimento ad espansione, per garantire la perfetta circolarità e le tolleranze dimensionali. Il ferro da impiegarsi per la formazione delle armature e degli anelli deve essere conforme alle vigenti norme per l'esecuzione delle opere di cemento armato e sottoposto alle prove di qualità previste dalle norme stesse. In ogni caso il passo della spirale non sarà superiore a 120 mm, la distanza tra le generatrici non dovrà superare 2 volte lo spessore del tubo.

#### **Impasti, lavorazione, requisiti del calcestruzzo**

Gli ingredienti degli impasti dovranno essere misurati con precisione, il cemento sarà misurato a peso, per gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso od in volume, le ceneri volanti in peso. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere oggetto di controllo con le modalità più indicate per il procedimento di fabbricazione impiegato, tenendo conto anche dell'umidità degli inerti. La qualità del conglomerato si dovrà controllare con frequenza non minore di una serie di prove ogni sette giorni. Per ogni serie di prove verranno confezionati 4 provini cubici di spigolo cm 15. I provini verranno confezionati con stesso impasto dei tubi, curando di riprodurre in essi lo stesso rapporto acqua/cemento ottenuto nei manufatti e stagionati in vasca d'acqua termostata a 20°C + 2°C. I cubi verranno rotti a schiacciamento. Le prove di rottura verranno eseguite dopo 7 e 28 giorni di stagionatura. Sono prescritti i seguenti limiti per le resistenze in kg/cmq, determinate con media dei tre risultati migliori.

Resistenza unitaria a compressione dopo 7 giorni = 275 kg/cmq

Resistenza unitaria a compressione dopo 28 giorni = 400 kg/cmq

L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare l'8 % in massa

#### **Giunti**

Per i tubi secondo le presenti norme è tassativamente prescritto l'impiego di giunti di acciaio a mezzo spessore, con materiale di tenuta costituito da un anello di gomma neoprene. Il disegno del giunto e le dimensioni saranno quelle previste nei disegni di progetto. L'anello di tenuta, in gomma neoprene, dovrà avere una durezza Shore 45/50; il suo tasso di compressione, tenuto conto delle massime possibili tolleranze delle superfici nei due sensi, e della massima possibile eccentricità di posa tra i tubi adiacenti, resterà compreso tra il 30% ed il 70%. L'elastomero costituente la guarnizione deve essere ad alta resistenza chimica, anti-invecchiante, del tipo a struttura piena (non cellulare). In ogni caso deve essere conforme alle specifiche di cui alle norme ASTM C 443 oppure DIN 4060 oppure UNI 4920 o equivalenti. Le superfici di acciaio dovranno essere rivestite con resine epossidiche per uno spessore di almeno 250 microns, essere completamente lisce, prive di asperità, irregolarità, incisioni e simili difetti: a tal fine è consentito un ritocco delle superfici stesse, purchè localizzato, sporadico ed eseguito con materiali di provata efficacia; è inoltre

prescritto che le prove di impermeabilità e di rottura siano eseguite con attrezzature che consentano di collaudare anche la tenuta e la resistenza del giunto. L'acciaio deve essere del tipo Fe P 13 secondo norma UNI 5867 con spessore minimo 3 mm . E' un acciaio non legato per imbutitura a freddo.

**Collaudi**

Le prove di tenuta nello stabilimento di produzione dovranno essere eseguite su due tubi accoppiati. Detta attrezzatura (prova-giunti) deve assicurare la prova del giunto mediante il riempimento graduale con acqua e l'eliminazione dell'aria. A riempimento avvenuto verrà gradualmente elevata la pressione sino ad un valore pari a 5 metri di colonna d'acqua misurata all'asse dei tubi e mantenuta per 5'. Non ci devono essere perdite né gocciolamenti evidenti. Non è considerata perdita l'apparizione di macchie d'umidità sulla superficie esterna purchè in ogni singolo tubo l'estensione della superficie umida non superi il 20% della superficie totale esterna. Durante tutta la durata della prova è comunque ammessa una perdita pari a 0.1 litri/mq di superficie bagnata. Le prove di collaudo a schiacciamento verranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo del committente. L'Impresa dovrà perciò disporre dell'attrezzatura regolamentare per effettuare le prove stesse, secondo quanto previsto dalle norme DIN 4032, DIN 4035 o ASTM C497. Solo in casi eccezionali o di contestazione si potrà ricorrere a laboratorio legalmente riconosciuto. I campioni verranno scelti dal committente tra quelli già forniti a piè d'opera. Essi dovranno essere dati gratuitamente, fino ad un massimo di tre per lotto di diverso diametro. Se durante il controllo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali, si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi.

Le prove di collaudo, oltre che nella verifica delle dimensioni, consisteranno in:

a) Prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, secondo quanto previsto nel Decreto 12.12.1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni".

b) Prove di rottura a schiacciamento

La prova dovrà essere eseguita su un tubo intero, secondo le modalità indicate nelle norme DIN 4032, DIN 4035 o ASTM C497.

La resistenza allo schiacciamento è definita da due carichi:

1) carico di fessurazione

2) carico di rottura

Il carico di fessurazione è quello che provoca l'apparizione di fessure lungo le generatrici aventi un'apertura di almeno 0,25 mm su una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura è quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più in grado di sopportare un ulteriore carico.

Il carico di fessurazione e di rottura non dovranno risultare inferiori ai limiti espressi in kg per metro lineare di tubo: fino al diametro nominale di 1600 mm (compreso)

100 kN/m<sup>2</sup> al limite di fessurazione

140 kN/m<sup>2</sup> al limite di collasso

per i diametri nominali da 1800 mm a 2200 mm (compresi)

80 kN/m<sup>2</sup> al limite di fessurazione

125 kN/m<sup>2</sup> al limite di collasso

per i diametri nominali superiori a 2500 mm (compreso)

70 kN/m<sup>2</sup> al limite di fessurazione

100 kN/m<sup>2</sup> al limite di collasso

La prova deve essere eseguita con il metodo dell'appoggio su tre generatrici, con un dispositivo tale da garantire l'uniforme distribuzione del carico; il carico deve essere applicato con un incremento dell'ordine di grandezza del 10% del carico totale per un minuto primo e deve essere mantenuto per il tempo strettamente necessario per compiere le osservazioni volute.

L'appoggio inferiore del provino dovrà essere costituito da due travetti in legno con le facce verticali interne arrotondate con raggio di circa 10 mm nello spigolo superiore; i travetti dovranno essere diritti e saldamente fissati ad una base rigida. La distanza tra i due travetti dovrà essere quella indicata nelle norme in funzione del diametro del tubo.

Prima di appoggiare il provino, si potrà rettificare la superficie di appoggio con uno strato di malta dello spessore non superiore a 25 mm.

Il carico viene applicato superiormente tramite un travetto di legno ben squadrato e liscio, esente da nodi, delle dimensioni di circa 15x15 cm, e fissato superiormente ad una trave metallica a doppio T, di dimensioni tali da rendere trascurabili le deformazioni elastiche.

Anche superiormente si può applicare uno strato di malta analogo a quello inferiore ed anche in questo caso il montaggio deve essere fatto quando la malta è ancora plastica.

La resistenza del provino, espressa in kg/m, viene riferita alla lunghezza utile del provino, cioè:

carico di prova

$$R = \frac{\text{carico di prova}}{\text{lunghezza utile}}$$

La larghezza delle fessure è misurata con lo spessimetro di lamiera della forma e delle dimensioni indicate dalla Direzione Lavori. Esso dovrà penetrare liberamente per almeno 1,5 mm a brevi intervalli per la lunghezza indicata di 30cm.

#### **Motivi di rifiuto**

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

1. perchè non rispondono alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
2. per esito negativo delle prove di accertamento;
3. per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o per mancanza di tenuta dei giunti;
4. per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una tenuta a regola d'arte.

In tal caso la Ditta sarà tenuta a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme con- trattuali con l'avvertenza che, nel caso non provvedessero tempestivamente l'Amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare all'Amministrazione Appaltante dalla inadempienza del contratto.

#### **Pezzi speciali per tubazioni in cemento armato turbocentrifugato con giunto in acciaio a mezzo spessore**

##### pozzetto di ispezione incorporato

I tubi di calcestruzzo, in corrispondenza dei pozzetti d'ispezione, hanno incorporato la predisposizione per il pozzetto di ispezione "laterale" realizzata in c.a. con le seguenti dimensioni:

diametro interno : 1000 mm

spessore parete : 150 mm

La predisposizione per il pozzetto viene realizzata praticando una finestra nel tubo di calcestruzzo immediatamente dopo la fabbricazione dello stesso in modo tale da poter utilizzare l'armatura del tubo come armatura di ripresa, senza soluzione di continuità ed in modo tale da costituire un corpo unico tra tubo e pozzetto.

L'estremità libera della predisposizione al pozzetto è costruita in modo da avere un incastro a ½ spessore per centraggio e sigillatura delle prolunghie verticali che costituisce l'ossatura del pozzetto di ispezione. Le prolunghie, in cls, hanno DN 1000 mm e spessore 150 mm mentre le lunghezze sono preferibilmente 1500 oppure 2000 mm. Il cono terminale, in cls, ha il passo d'uomo con DN 600 mm ed una lunghezza modulare di 250 mm partendo da un minimo di 750 mm fino ad un massimo di 2000 mm. Il raggiungimento della quota esatta del piano stradale potrà essere ottenuto con degli anelli in cls DN 600 mm con altezza di 50, 100 e 200 mm. La giunzione tra i vari elementi componenti il pozzetto avverrà tramite l'interposizione di una guarnizione del tipo incorporato in elastomero premontata in stabilimento che garantirà la tenuta idraulica anche in presenza di falda. L'elastomero sarà conforme alle DIN 4060 o equivalenti.

##### prolunga

La prolunga per pozzetto è realizzata in cls vibrato con dosaggio di cemento tipo portland 42.5 di almeno 350 kg/mc per ottenere un calcestruzzo di resistenza caratteristica di 400 kg/cm<sup>2</sup>

è provvista di ganci di sollevamento (omologati)

i giunti sono del tipo a ½ spessore per garantire il centraggio e la sigillatura e consentono il posizionamento della guarnizione in elastomero. Quest'ultima può essere del tipo incorporato nel getto di cls nell'incastro femmina (su richiesta) oppure da applicare sull'incastro maschio dell'elemento già posizionato in precedenza (soluzione standard)

le pareti sono di spessore uniforme, lisce e prive di fessure

i manufatti devono essere conformi alle norme DIN 4035, al D.M. 12/12/1985 e già conformi alle Norme Europee prEN 1917 HS 256

##### elemento terminale con cono di riduzione

L'elemento terminale è realizzato in cls vibrato con dosaggio di cemento tipo Portland 42.5 di almeno 350 kg/mc per ottenere un calcestruzzo con resistenza caratteristica di 400 kg/cm<sup>2</sup>

è provvisto di ganci di sollevamento (omologati)

i giunti sono del tipo a ½ spessore per garantire il centraggio e la sigillatura e consentono il posizionamento della guarnizione in elastomero. Quest'ultima può essere del tipo incorporato nel getto di cls nell'incastro femmina (su richiesta) oppure da applicare sull'incastro maschio dell'elemento già posizionato in precedenza (soluzione standard)

le pareti sono di spessore uniforme, lisce e prive di fessure

la parte terminale conica è armata con 8 longitudinali diam. 8 mm e 3 anelli diam. 6 mm

i manufatti devono essere conformi alle norme DIN 4035, al D.M. 12/12/1985 e già conformi alle Norme Europee prEN 1917 HS 256

##### soletta

Le solette di chiusura sono realizzate in c.a. vibrato con dosaggio di cemento tipo Portland 42.5 di almeno 350 kg/mc.

l'armatura è realizzata con rete elettrosaldata e filo ad aderenza migliorata tipo Fe B 44 K (cfr disegno) e rinforzata, in corrispondenza del passo d'uomo, con tondino diam. 14. L'armatura è calcolata per consentire il passaggio di un carico di prima categoria, come definito dal D.M. 02/08/1980 e modifiche secondo D.M. 04/05/1990

la soletta è dotata di ganci di sollevamento e movimentazione secondo le normative di cui al DPR 24/05/1988 n. 224 (G.U. 23/06/1988 n. 146)

Rinterro e copertura delle tubazioni

Il rinterro delle tubazioni poste in opera come al precedente articolo dovrà avvenire esclusivamente solo dopo la verifica anche da parte della D.L. della perfetta tenuta idraulica. Qualora, per motivi di necessità, il rinterro, eseguito secondo le modalità di cui si dirà appresso, dovesse avvenire prima della richiesta verifica della perfetta tenuta idraulica, detto rinterro sarà effettuato dall'Appaltatore a completo suo rischio, senza che nessun compenso aggiuntivo gli venga riconosciuto per gli eventuali lavori che si rendessero necessari per eliminare le eventuali perdite idrauliche presenti nella tubazione. Il rinterro potrà essere effettuato col materiale di risulta dagli scavi, sempre che la D.L. ne riconosca la validità per il lavoro in oggetto.

Qualora tale materiale non sia riconosciuto idoneo dovrà essere portato a discarica a totale onere dell'impresa Appaltatrice.

Verrà invece riconosciuto il compenso per la sola fornitura a piè d'opera di materiale adatto al riempimento degli scavi. Il riempimento dovrà avvenire per strati successivi non superiori ai 30 cm ben costipati per limitare i successivi assestamenti del terreno.

Nessun compenso aggiuntivo verrà riconosciuto per successivi rinterri dovuti a vistosi assestamenti, in quanto dovuti a cattiva esecuzione del primitivo rinterro.

Le precedenti voci costituenti il rinterro sono già compensate nel prezzo di applicazione valutato per lo scavo e pertanto non costituiranno in alcun caso compenso aggiuntivo per l'impresa Appaltatrice.

La deroga di alcuna delle prescrizioni precedenti per le modalità di rinterro verrà opportunamente valutata dalla Direzione Lavori e potrà eventualmente essere concessa in casi di necessità o di pericolo per terzi sempre salvi gli obblighi della ditta Appaltatrice per gli eventuali inconvenienti che possano manifestarsi.

Norme particolari per strutture a tenuta idraulica

Le vasche ed i serbatoi in cui non è prevista l'esecuzione di intonaco sulla superficie a contatto con l'acqua ne' posa di pellicole impermeabili dovranno comunque essere a perfetta tenuta idraulica; i getti dovranno quindi risultare totalmente impermeabili.

Nessun compenso particolare sarà dovuto all'Appaltatore per ottenere tale risultato, in quanto i prezzi in Elenco già tengono conto di ogni onere.

In particolare si prescrive che vengano utilizzati additivi atossici per cemento con funzione antiritiro, da dosare secondo le prescrizioni dei fornitori.

L'Appaltatore potrà, sentita la Direzione Lavori, variare le modalità esecutive previste dagli elaborati strutturali in merito alla qualità e dosaggio degli additivi alle riprese dei getti, ai morsetti di controventamento dei casseri, all'esecuzione dei giunti di dilatazione, intendendosi che resterà sempre ed in ogni caso l'unico responsabile della perfetta esecuzione delle opere.

Per le vasche ed i serbatoi è prescritta la prova di tenuta.

Nel malaugurato caso che la stessa non si concludesse positivamente, l'Appaltatore sarà tenuto ad adempiere, a propri oneri e spese, a tutti i lavori di risanamento e ripristino con i materiali che la Direzione Lavori gli indicherà; tali ripristini dovranno essere ripetuti fino a quando la prova darà esito positivo.

#### *Art. 9 – Composizione delle malte e dei conglomerati*

Le proporzioni dei componenti le malte ed i conglomerati cementizi, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori, dovranno risultare le seguenti:

a) malta comune:

|                       |                |      |
|-----------------------|----------------|------|
| calce spenta in pasta | m <sup>3</sup> | 0,45 |
| sabbia                | m <sup>3</sup> | 0,90 |

b) malta grassa crivellata

|                       |                |      |
|-----------------------|----------------|------|
| calce spenta in pasta | m <sup>3</sup> | 0,60 |
| sabbia crivellata     | m <sup>3</sup> | 0,90 |

c) malta idraulica:

|                 |                |      |
|-----------------|----------------|------|
| calce idraulica | ql             | 4,00 |
| sabbia          | m <sup>3</sup> | 0,90 |

d) Malta cementizia grassa per la superficie dei pavimenti:

|                              |                |      |
|------------------------------|----------------|------|
| cemento presa lenta tipo 325 | ql             | 6,00 |
| sabbia                       | m <sup>3</sup> | 1,00 |

e) Malta cementizia ordinaria per murature di pietrame:

|                  |                |      |
|------------------|----------------|------|
| cemento tipo 325 | ql             | 3,00 |
| sabbia grossa    | m <sup>3</sup> | 1,00 |

f) Malta cementizia ordinaria per murature laterizie e per rinzaffi:

|                  |                |      |
|------------------|----------------|------|
| cemento tipo 325 | ql             | 4,00 |
| sabbia fine      | m <sup>3</sup> | 1,00 |

g) Malta cementizia ordinaria per arricciature:

|                  |                |      |
|------------------|----------------|------|
| cemento tipo 325 | ql             | 4,00 |
| sabbia fine      | m <sup>3</sup> | 1,00 |

h) Malta cementizia grassa per intonaci comuni:

- |                  |                |      |
|------------------|----------------|------|
| cemento tipo 325 | ql             | 5,00 |
| sabbia finissima | m <sup>3</sup> | 5,00 |
- i) Malta cementizia per intonachi impermeabilizzanti:
- |                  |                |      |
|------------------|----------------|------|
| cemento tipo 325 | ql             | 6,00 |
| sabbia finissima | m <sup>3</sup> | 1,00 |
- prodotto impermeabilizzante la qualità prescritta dalla Casa fornitrice
- l) Conglomerato cementizio per fondazioni ordinarie:
- |                  |                |      |
|------------------|----------------|------|
| cemento tipo 325 | ql             | 2,00 |
| sabbia grossa    | m <sup>3</sup> | 0,40 |
| ghiaia           | m <sup>3</sup> | 0,80 |
- m) Conglomerato cementizio per murature in elevazione, cordonato, copertine, fondazioni speciali:
- |                   |                |      |
|-------------------|----------------|------|
| cemento tipo 32,5 | ql             | 2,50 |
| sabbia grossa     | m <sup>3</sup> | 0,40 |
| ghiaia            | m <sup>3</sup> | 0,80 |
- n) Conglomerato cementizio per opere in cemento armato comuni:
- |                   |                |       |
|-------------------|----------------|-------|
| cemento tipo 32,5 | ql             | 3,00  |
| sabbia grossa     | m <sup>3</sup> | 0,40  |
| ghiaietto         | m <sup>3</sup> | 0,80; |
- o) conglomerato cementizio per cappe impermeabilizzanti:
- |                   |                |      |
|-------------------|----------------|------|
| cemento tipo 32,5 | ql             | 6,00 |
| sabbia finissima  | m <sup>3</sup> | 0,50 |
| ghiaietto         | m <sup>3</sup> | 0,60 |
- prodotto impermeabilizzante la qualità prescritta dalla Casa fornitrice

Qualora la Direzione dei Lavori intendesse variare tale dosaggi, oppure impiegare altri materiali, l'impresa dovrà uniformarsi alle prescrizioni della stessa, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni e qualità dei componenti le malte ed i conglomerati.

La sabbia ed il pietrisco proverranno da idonee cave di fiume.

La dosatura di cemento tipo 325 sarà di kg 300 al metro cubo di miscela asciutta di sabbia e pietrischetto (e ghiaia quando sia ammessa); questa dosatura sarà quella del conglomerato a consistenza normale (di terra appena umida e con circa 120 litri d'acqua al metro cubo) nel caso fosse ammesso (o prescritto) l'uso di impasti plastici o fluidi la dosatura sarà rispettivamente almeno a kg 330 e 360, fermo restando il prezzo contrattuale.

La composizione granulometrica degli inerti soddisferà alle condizioni di cui all'art. 7 delle norme ufficiali (R.D. 16/11/1939 n. 2229) ma potrà essere prescritta la seguente od analoga:

|   |             |
|---|-------------|
| Sabbia fine (da 0 a 2 mm)               | 25% in peso |
| Sabbia grossa o graniglia (da 2 a 7 mm) | 15% in peso |
| Pietrischetto (da 7 a 15 mm)            | 30% in peso |
| Pietrischetto (da 7 a 30 mm)            | 30% in peso |

Per il calcestruzzo per c.a. ad alta resistenza, si impiegherà cemento di tipo 425 dosato a kg 350 per m<sup>3</sup> eventualmente da aumentarsi allo scopo di garantire una resistenza cubica a 28 giorni di kg 300 cm<sup>2</sup>; è vietato l'impiego di ghiaia; il pietrischetto da impiegarsi dovrà offrire una resistenza a compressione su provini saturi di acqua non inferiore a 800 kg a cm<sup>2</sup>.

Per la composizione delle malte cementizie, la miscela del cemento con la sabbia si farà all'asciutto, poi si innaffierà con acqua mescolando i componenti fino ad ottenere l'impasto perfetto ed omogeneo. La manipolazione potrà farsi con betoniere meccaniche oppure a mano sopra aree pavimentate in legno, in lamiera od in muratura, giammai sul nudo terreno, al riparo dal sole e dalla pioggia.

Per la confezione dei conglomerati cementizi si farà dapprima la mescolanza a secco della sabbia col cemento, si aggiungerà poi la ghiaia od il ghiaietto, mescolando di nuovo intimamente la massa e versando in seguito per aspersione il minimo quantitativo di acqua necessario che sarà determinato di volta in volta secondo il grado di umidità dei materiali lapidei, la stagione, il dosaggio dei componenti e la natura dell'opera da costruire. Si eseguirà infine l'impasto con la massima celerità finché ogni grano sia interamente avviluppato di malta e ne risulti una regolare pastosità.

I volumi dei materiali lapidei saranno misurati con la massima esattezza mediante casse di forma geometrica fornite dall'Impresa Anche per i conglomerati la manipolazione potrà farsi sia con betoniere meccaniche, sia a mano, purché alle condizioni prescritte per le malte. Nella costruzione delle opere di presa, delle camere di interruzione e dei serbatoi di regolazione è prescritta tassativamente la confezione dei calcestruzzi a mezzo di betoniere meccaniche di convenienti caratteristiche.

L'impiego delle malte e dei conglomerati nei periodi in cui la temperatura scenda anche solo per qualche ora al giorno, al di sotto di zero gradi centigradi, deve essere autorizzato dalla Direzione Lavori.

Gli impasti sia di malta che di conglomerato cementizio, dovranno essere preparati soltanto nelle quantità necessarie al loro impiego immediato, dovranno cioè essere preparati di volta in volta, e per quanto possibile, in vicinanza a/luogo d'impiego.

L'impasto appena preparato dovrà essere versato in opera, non ammettendosi in modo assoluto l'impiego di malte e di conglomerati che avessero già fatto presa. I residui d'impasto che per qualsiasi ragione non avessero impiego immediato, dovranno essere gettati a rifiuto.

Nella esecuzione delle opere in cemento armato l'Impresa dovrà attenersi strettamente a tutte le norme del D.M. del 30 maggio 1972 e del D.M. 14/1/1966 per l'accettazione dei leganti idraulici, nonché alla legge n. 1086 del 5/11/1971, e successivi aggiornamenti.

L'Appaltatore dovrà dimensionare, sia come calcolo di progetto sia come calcolo di verifica, a firma di un ingegnere o architetto iscritto all'albo, le strutture che egli dovrà eseguire, in conformità con la progettazione generale dell'opera stessa, a cui bisognerà fare preciso riferimento.

L'Appaltatore dovrà adempiere alle prescrizioni di legge, con la denuncia e consegna degli elaborati al Genio Civile, e dovrà produrre i provini sui materiali ed i loro relativi certificati rilasciati da istituti autorizzati.

L'Appaltatore unitamente al calcolatore, si assumono la piena responsabilità statica delle opere e la loro esecuzione secondo i criteri di sicurezza indicati dalla normativa vigente.

Tutti i calcoli ed i disegni esecutivi dovranno essere prodotti e consegnati alla Stazione Appaltante in duplice copia, entro i termini richiesti dalla medesima ovvero dalla Direzione Lavori.

#### *Art. 10 – Demolizioni e rimozioni*

L'impresa provvederà a denunciare immediatamente alla Direzione dei Lavori il rinvenimento di speroni di muratura o altro del genere o di oggetti di valore archeologico o artistico, che dovessero venire alla luce negli scavi, sospendendo gli scavi stessi finché possano essere fatti gli eventuali accertamenti dalla Direzione dei Lavori che prenderà i provvedimenti del caso.

Verrà accollata all'Impresa ogni responsabilità per mancanza di osservanza della Legge sulla conservazione dei monumenti. In caso di rinvenimento di antichi loculi con resti di ossa umane, queste saranno raccolte e fatte portare all'ossario del Cimitero, senza speciale compenso.

L'Impresa non potrà pretendere indennizzi per eventuali interruzioni dei lavori dipendenti dai rinvenimenti di cui sopra, eccezion fatta per la prestazione d'opera che venisse richiesta per il recupero di oggetti di valore archeologico e artistico. Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

È pertanto vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati. Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite sempre a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 40 del vigente Capitolato generale. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre essere trasportati dall'Appaltatore a sua cura e spese fuori del cantiere, nei punti indicati o alle pubbliche discariche.

La lastre in sasso presenti nell'alveo dovranno essere rimosse avendo cura di non danneggiarle, dovrà essere depositata in luogo sicuro di proprietà dell'impresa, che ne sarà pienamente responsabile, affinché possa provvedere al termine dei lavori alla sua successiva collocazione. I materiali provenienti dalle demolizioni e/o rimozioni, ove non siano riutilizzabili, e non ritenuti adatti a giudizio insindacabile della D.L. ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto in pubbliche discariche autorizzate a proprie cura, spese e responsabilità.

Quelli invece utilizzabili (eventuali lastre in sasso dell'alveo) dovranno essere accantonati e conservati a spese e sotto la responsabilità dell'appaltatore; essi rimarranno di proprietà dell'Amministrazione.

#### *Art. 11 – Scavi in genere*

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le eventuali prescrizioni della relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. LL.PP. 11 marzo 1988, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori. Gli scavi dovranno essere eseguiti a regola d'arte, provvedendosi da parte dell'impresa a tutti gli sbadacchiamenti e puntellamenti che risultassero necessari onde impedire franamenti e scoscendimenti, restando essa, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. Dovrà inoltre adottare tutti gli accorgimenti atti a facilitare lo smaltimento delle eventuali acque di

infiltrazione, sorgive o meteoriche, raccogliendole in appositi canaletti, drenaggi, tubazioni, ecc. guidandole al punto di scarico e di loro smaltimento. Le acque scorrenti sulla superficie del terreno dovranno essere deviate all'occorrenza in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi. Nei casi in cui i mezzi normali suddetti non risultassero sufficienti, l'impresa dovrà provvedere all'esaurimento dell'acqua negli scavi con motopompe di adeguata potenza e portata. Saranno ad esclusivo carico e spese dell'impresa gli esaurimenti dell'acqua che potrà trovarsi negli scavi per scarichi accidentali, per pioggia, per rottura di tubi, canali o fossi ed infine per qualsiasi causa od evento fortuito. Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate nell'area di cantiere previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie. La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

#### *Art. 12 – Scavi di sbancamento*

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

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

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costituirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Nel prezzo dello scavo di sbancamento riportato nell'elenco prezzi è compreso l'eventuale trasporto a discarica, gli oneri di discarica e l'eventuale trasporto che si dovesse rendere necessario all'interno del cantiere. Tali oneri sono perciò a totale carico dell'appaltatore.

#### *Art. 13 – Scavi di fondazione*

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

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

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

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

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

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

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

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di cm 20 previsto nel titolo seguente, l'Appaltatore dovrà provvedere all'esaurimento dell'acqua coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste, adottando anche

tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Il legname impiegato a tale scopo, semprechè non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò ricuperarle ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale ricupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di cm 20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle accennate profondità d'acqua di cm 20.

Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.

Nel prezzo dello scavo di fondazione riportato nell'elenco prezzi è compreso l'eventuale trasporto a discarica, gli oneri di discarica e l'eventuale trasporto che si dovesse rendere necessario all'interno del cantiere. Tali oneri sono perciò a totale carico dell'appaltatore.

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie, e restano a totale carico dell'Appaltatore essendo comprese nel prezzo di elenco per lo scavo.

Per scavi di profondità inferiori a 4,50 m, ove necessario, è previsto l'utilizzo di un'armatura speciale tipo "blindaggio con box pesanti costituiti da cassoni autoaffondanti e distanziatori regolabili in acciaio". I cassoni, premontati a bordo scavo, del tipo a ribaltamento oppure a traino, saranno costituiti da un pannellone base e da pannelloni di rialzo. Sia i pannelloni che i distanziatori metallici, dotati di cerniere alle estremità, devono essere adeguati alla natura del terreno ed alla profondità di scavo, tenendo conto anche dell'eventuale presenza d'acqua di falda, dei sottoservizi e degli edifici contigui allo scavo. Nel prezzo d'elenco, è compreso l'utilizzo di una gru, di escavatori o di ogni altra attrezzatura meccanica o accorgimento necessari per la posa in opera a regola d'arte.

E' prevista la fornitura e posa in opera dei pannelli di polistirolo (spess. 2-3 cm) necessari per permettere l'estrazione dei pannelloni a contatto con il terreno o con il calcestruzzo di riempimento.

La luce libera sul fondo deve essere adeguata alle dimensioni della tubazione o del manufatto in progetto. L'impiego dell'attrezzatura è compensato a mq di parete di scavo effettivamente salvaguardata: i pannelli devono debordare di 30 cm dal piano campagna o dal piano stradale.

Per scavi di profondità superiori a 4,50 m, ove necessario, è previsto l'utilizzo di un'armatura speciale tipo "blindaggio con moduli dotati di guide di scorrimento a semplice o a doppio binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelloni scorrevoli, ad avanzamento scavo". L'armatura perimetrale sarà costituita da un pannellone base e da pannelloni di rialzo. Sia i pannelloni che gli slittoni distanziatori di scorrimento, devono essere adeguati alla natura del terreno ed alla profondità di scavo, tenendo conto anche dell'eventuale presenza d'acqua di falda, dei sottoservizi e degli edifici contigui allo scavo.

Nel prezzo d'elenco, è compreso l'utilizzo di una gru, di escavatori o di ogni altra attrezzatura meccanica o accorgimento necessari per la posa in opera a regola d'arte.

E' prevista la fornitura e posa in opera dei pannelli di polistirolo (spess. 2-3 cm) necessari per permettere l'estrazione dei pannelloni a contatto con il terreno o con il calcestruzzo di riempimento.

La luce libera sul fondo deve essere adeguata alle dimensioni della tubazione o del manufatto in progetto. L'impiego dell'attrezzatura è compensato a mq di parete di scavo effettivamente salvaguardata: i pannelli devono debordare di 30 cm dal piano campagna o dal piano stradale.

L'impresa appaltatrice è tenuta ad utilizzare, in ogni caso, un'armatura adeguata alla profondità di scavo ed alle caratteristiche del terreno.

Ove non espressamente prevista in progetto un'armatura speciale, l'armatura dello scavo è comunque compresa nei prezzi d'elenco riguardanti gli scavi: resta perciò a totale carico dell'impresa eseguire il contenimento del terreno come da normativa vigente.

#### *Art. 14 – Scavi in trincea per la posa dei tubi di fognatura e loro successivo rinterro*

Per la posa di tubi di fognatura si scaveranno trincee il cui fondo non dovrà presentare indossature o sporgenze rispetto ai piani delle livellette indicate nei profili longitudinali di progetto o di quelli che prescriverà la Direzione dei Lavori all'atto esecutivo, affinché i tubi si appoggino in tutta la loro lunghezza. Le sezioni trasversali di tali trincee dovranno essere conformi a quelle tipo di progetto oppure a quelle altre che la Direzione dei Lavori riterrà opportune ordinare. In ogni caso nel prezzo forfettariamente offerto per gli scavi in trincea è compreso anche l'onere per l'esecuzione delle adeguate opere provvisori quali casseri, puntelli, palancole, ecc., per sostenere le pareti di scavo onde evitare franamenti, oppure mantenere un'inclinazione della parete di scavo non superiore a quella di naturale declivio ed in ogni caso non verranno riconosciuti ed allibrati i maggiori scavi che l'impresa avrà eventualmente eseguito al di fuori di quello di progetto o di suo arbitrio. Dovrà perciò depositare i materiali riutilizzabili provenienti dagli scavi in modo d'ingombrare il meno possibile e mantenere libera da ogni ostacolo la zona stradale riservata al pubblico transito compatibilmente alla necessità dell'esecuzione dei lavori di montaggio e comunque ad una distanza minima di

sicurezza dal limite esterno dello scavo onde evitare che l'accumulo del materiale frani nello scavo od il peso faccia franare le pareti di scavo, inoltre per garantire la sicurezza stradale al transito veicolare e pedonale gli scavi lungo strade e percorsi dovranno essere chiusi alla fine della giornata e riaperti il mattino seguente senza che l'impresa possa pretendere compensi aggiuntivi. In corrispondenza ai punti di passaggio dei veicoli e dei pedoni, al di sopra degli scavi, si costruiranno adeguati ponti provvisori in legno, muniti di opportuni parapetti. Sarà cura ed onere dell'impresa provvedere alla cernita ed al recupero dei materiali di pavimentazione che eventualmente si potessero reimpiegare nei ripristini ed al loro deposito nei pressi del luogo di reimpiogo separatamente dal restante materiale di risulta. Per i reinterri si riutilizzeranno i materiali provenienti dagli scavi in precedenza depositati lungo uno od entrambi i lati dello scavo, qualunque sia la consistenza e lo stato di costipamento delle materie stesse. Salvo disposizioni in contrario, da imporsi a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, il reinterro della condotta avverrà a tratti, una volta eseguita, con esito favorevole, la prova di collaudo. Nel palleggiamento delle materie fuori dai cavi, si dovrà tenere separata l'eventuale terra coltivata per tutto il suo spessore dalle altre materie, ghiaiose o rocciose; nel successivo riempimento, dopo aver posato i tubi, eseguiti i giuntied i rinfianchi, verranno per primo riversate le materie terrose che verranno battute sui fianchi delle condotte e per almeno 20 cm. al di sopra delle stesse, per difenderle dalle rotture e rincalzarle solidamente. Dopo verranno riversate le materie ghiaiose frammiste a grossi massi ed in ultimo la terra coltiva. Nei tratti di trincea ricadenti eventualmente per tutta la loro altezza nella roccia, le materie sciolte necessarie per costituire il primo strato a protezione delle condotte, saranno fornite dalla eventuale esuberanza in altri tratti e da cave di prestito. Nel riempimento dei cavi si dovranno usare tutte le cautele necessarie per non danneggiare i tubi, in ogni caso il riempimento deve essere eseguito a cordoli dicm. 25 circa di altezza, pigiati e battuti regolarmente strato per strato, in modo da ottenere un perfetto assodamento e fino a raggiungere un livello convenientemente superiore a quello del terreno o della strada circostante, per tener conto del successivo assestamento affinché non si intralci od interrompa il traffico stradale. Prima di eseguire scavi in vicinanza di fabbricati, muri di sostegno o di qualsiasi opera muraria (ove assolutamente vietato l'uso delle mine) l'impresa dovrà accertarsi dello stato delle murature e delle profondità delle fondazioni, sospendendo ogni lavoro quando possono temersi danni in conseguenza dei detti scavi. In questi casi l'Impresa ne informerà immediatamente la Direzione dei Lavori per stabilire i provvedimenti del caso e nel frattempo dovrà provvedere d'urgenza ad eseguire puntellamenti e quanto altro necessario per evitare danni. Per tutti gli oneri derivanti dalle precedenti descrizioni, l'Impresa non avrà diritto ad alcun compenso speciale, intendendosi che i prezzi unitari per detti scavi e di cui al successivo elenco, già tengono conto di tali oneri e resteranno in ogni caso invariati. I prezzi degli scavi in trincea per le condotte resteranno invariati anche se si dovesse modificare in tutto od in parte il tracciamento previsto per le condotte stesse. Quando nei vani degli scavi si rinvenivano tubi di gas o di acqua, cavi o condutture di pubblici servizi, ecc., l'impresa dovrà a sue spese e con la massima cura sospenderli con funi e travi sufficientemente resistenti, esercitando una sorveglianza attiva e continua per evitare fughe e rotture ed ottemperando a tutte le istruzioni ed ai suggerimenti che fossero impartiti dagli Enti proprietari. Quando nella esecuzione degli scavi vi sia anche solo la possibilità di rinvenire cavi elettrici, essa dovrà vigilare a che gli operai adottino tutte le precauzioni per evitare danni e disgrazie. Appena scoperti i cavi o le tubazioni farà avvertire tosto gli Enti proprietari, uniformandosi ad eseguire tutte le opere ed adottare le cautele e prescrizioni che fossero suggerite, il tutto a suo esclusivo carico e responsabilità.

Tutte le riparazioni che si rendessero necessarie per rotture di condutture o cavi, prodotte dagli operai o causate da incuria ed inosservanza delle norme suddescritte, saranno a carico dell'Impresa, mentre saranno a carico dell'Amministrazione appaltante e compensate mediante presentazione delle relative liste in economia, tutte quelle opere che saranno prescritte dagli Enti proprietari o dalla Direzione Lavori.

*Art. 15 – Scavi in terra e materiali sciolti – scavi in roccia da mina*

Saranno considerati scavi in terra e materiali sciolti tutti gli scavi di terra di qualunque genere: sabbia, ghiaia, ciottoli, ciottoloni e materiali vari incoerenti o di poca coerenza e compattezza, che possono essere scavati con piccone, gravine ed altri strumenti normali manovrati a mano.

I predetti scavi in terra e materiali sciolti saranno considerati in presenza di trovanti allorquando si dovranno smuovere ciottoloni e frantumi di roccia, incorporati nella materia di scavo, aventi le dimensioni massime superiori a 40 cm. ed in quantità superiore al 10% delle materie complessive di scavo. Saranno considerati scavi in roccia da mina tutti gli scavi tutti gli scavi di roccia dura e compatta in cui gli attrezzi di cui sopra non sono normalmente sufficienti ma debbono essere integrati dall'uso delle mine. Non saranno compresi fra questi gli scavi di rocce tenere o scistose come le marne, i tufi e le argille, qualunque sia la loro compattezza e potenza.

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

Oltre a ciò, l'Appaltatore è in obbligo di prendere tutte le precauzioni necessarie ad evitare alle persone ed alle cose ogni danno, delle cui conseguenze egli è sempre ed in ogni caso unico responsabile.

Le mine che dovessero praticarsi in vicinanza delle strade e dei luoghi abitati, devono essere riparate con fascine o legnami in modo da impedire che le materie lanciate a distanza abbiano a recare danni di qualsiasi specie.

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

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

#### *Art. 16 – Scavi subacquei e prosciugamento*

Se dagli scavi in genere e da quelli di fondazione, di cui ai precedenti articoli, l'Appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è facoltà della direzione dei lavori ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari. Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

#### *Art. 17 – Rilevati e rinterri*

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, specie delle condotte ovvero per riempire i vuoti rimasti fra le pareti di scavo e le murature e fino alle quote, prescritte dalla Direzione dei Lavori si impiegheranno materiali aridi provenienti da cave di prestito o su ordine della D.L. tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per far luogo alle trincee ed alle opere murarie, in quanto disponibili e riconosciute adatte dalla Direzione dei Lavori. Per i rinterri da addossare alle murature si dovranno sempre impiegare materie sciolte e pietrose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e scistose e, in genere, di tutte quelle che con l'assorbimento dell'acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte. Nella formazione di qualsiasi rilevato, rinterro o riempimento, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza da tutte le parti, non superiore a cm. 30 per ogni strato, costipando le materie con mazzaranghe, secondo quanto prescriverà la Direzione dei Lavori.

Per quanto riguarda in particolare i lavori di costruzione di nuovi rilevati arginali e i lavori di ringrosso e/o rialzo di argini esistenti si sottolinea quanto segue.

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25.

Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

A suo insindacabile giudizio, l'Amministrazione potrà individuare aree di prelievo di materiale di caratteristiche differenti da quanto sopra riportato.

Prima di procedere alla costruzione dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di immersione delle dimensioni riportate nei disegni di progetto.

Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.

Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale.

#### Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di progetto.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolar modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor. L'impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento,

l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Impresa

L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

L'impresa dovrà consegnare i rilevati (eseguiti a copertura delle condotte nei tratti in cui le stesse, per motivi altimetrici, non si siano potute alloggiare in trincea), con scarpate regolari e spianate, compiendo a sue spese durante l'esecuzione dei lavori e fino a collaudo gli occorrenti ricarichi e tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate. I rilevati di cui sopra, eventualmente eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito e secondo le sagome e dimensioni che prescriverà la Direzione dei Lavori, saranno misurati e valutati in opera col prezzo degli scavi in terra e materiali sciolti (misure eseguite sul terreno prima dello scavo) comprendendovi il compenso per trasporto e lavorazione come sopra descritto. I rilevati invece, eseguiti con materiali esuberanti provenienti dagli scavi, non saranno oggetto di particolare compenso, in quanto gli oneri per la loro formazione sono già compresi e compensati coi prezzi degli scavi da cui derivano. La superficie del terreno su cui dovranno elevarsi i rilevati o riporti, sarà, ove occorra, previamente scorticata e, se inclinata, tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

**L'utilizzo di materiali provenienti dal recupero di macerie è consentivo previa specifica approvazione scritta da parte del Direttore dei lavori subordinata alla presentazione di certificati attestanti la conformità della materie proposte non solo per il rispetto delle caratteristiche meccanico prestazionali, ma anche e soprattutto per il rispetto delle prescrizioni di carattere sanitario ed ambientale.**

#### *Art. 18 – Murature in genere*

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la particolare esecuzione degli spigoli, la costruzione delle voltine, sordine, piattabande, archi, e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi e fori per:

- il passaggio dei tubi delle pluviali, dell'acqua potabile, canne da stufa e camini, cessi, orinatoi, lavandini, immondizie etc.;
- le condutture elettriche di campanelli, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, inferriate, ringhiere, davanzali etc.

Quanto detto in modo che non vi sia bisogno di scalpellare i muri già costruiti per praticarvi i fori suddetti.

La costruzione delle murature deve iniziare e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia con le varie parti di esse, evitando, nel corso dei lavori, la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione. La muratura procederà a filari allineati, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto. All'innesto dei muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato. I lavori di muratura, qualsiasi sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, nei quali la temperatura si mantenga per molte ore al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché, al distacco del lavoro, vengano adottati i provvedimenti di uso comune per difendere le murature dal gelo notturno.

Le fasce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate per almeno 15 giorni dalla loro ultimazione ed anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori.

Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fine, quelle di ciascuna delle immondezze saranno intonacate a cemento liscio.

La Direzione potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato di asfalto naturale, dell'altezza in ogni punto di almeno cm 2.

La muratura su di esso non potrà essere ripresa che dopo il suo consolidamento.

Dovranno eseguirsi ad ogni piano, su tutti i muri portanti, cordoli di calcestruzzo cementizio armato secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

*Art. 19 – Posa in opera di condotte*

**Norme generali**

Nella costruzione delle condotte dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al D.M. 12/12/1985 sulle “Norme tecniche relative alle tubazioni” ed alla relativa Circolare Min. LL. PP. 20/03/1986, n° 27291. Secondo le indicazioni di progetto e della D.L. si dovrà realizzare un sottofondo costituito da cls, così come prescritto dalla D.L. ed indicato dalle tavole di progetto, avendo cura di asportare dal fondo del cavo eventuali materiali inadatti quali fango o torba o altro materiale organico ed avendo cura di eliminare ogni asperità che possa danneggiare tubi o rivestimenti; lo spessore del sottofondo dovrà essere secondo le indicazioni progettuali e come da disegni progettuali. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni o altro genere di appoggi discontinui. Nel caso in cui la posa verrà effettuata su appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole, tra tubi ed appoggi dovrà essere interposto adeguato materiale per la formazione del cuscinetto.

Prima del controllo delle quote, verranno calati i singoli tubi evitando di trascinarli per non danneggiare le giunzioni; tali tubi andranno infilati fino a battuta, previa lubrificazione delle giunzioni e sistemazione del tassello distanziatore. Verificate quote e regolarità d'appoggio, si procederà a calottare la tubazione con il medesimo materiale del sottofondo tenendo conto della prescrizione della D.L. e dei disegni di progetto. Il rinterro, da eseguirsi per i primi 20 cm a mano, dovrà essere realizzato con materiale arido di cava o con materiale di risulta secondo le prescrizioni della D.L. Ad opera terminata verrà eseguito il collaudo mediante prove di tenuta idraulica ai sensi dell'art.4 D.M. 12.12.1985. La posa in opera delle tubazioni in polietilene ad alta densità sarà eseguita su sottofondo in sabbia e sempre in sabbia si realizzerà il completo ricoprimento del tubo, per uno spessore pari a quanto previsto dagli elaborati grafici di progetto. Il definitivo rinterro della tubazione verrà anch'esso eseguito a discrezione della D.L.. In presenza di falde acquifere, per garantire la stabilità della condotta, si dovrà realizzare un sistema drenante con sottofondo di ghiaia o pietrisco e sistema di allontanamento delle acque dal fondo dello scavo. La posa delle tubazioni, giunti e pezzi speciali dovrà essere eseguita nel rigoroso rispetto delle istruzioni del fornitore per i rispettivi tipi di materiale adottato. In caso di interruzione delle operazioni di posa, gli estremi della condotta posata dovranno essere accuratamente otturati per evitare che vi penetrino elementi estranei solidi o liquidi. I tubi, le apparecchiature, i pezzi speciali dovranno essere calati nello scavo o nei cunicoli con cura evitando cadute od urti e dovranno essere discesi nei punti possibilmente più vicini a quelli della definitiva posa in opera, evitando spostamenti in senso longitudinale lungo lo scavo. Si dovrà aver cura ed osservare tutti i necessari accorgimenti per evitare danneggiamenti alla condotta già posata. Si dovranno adottare quindi le necessarie cautele durante le operazioni di lavoro e la sorveglianza nei periodi di interruzione delle stesse per impedire la caduta di materiali di qualsiasi natura e dimensioni che possano recare danno alle condotte ed apparecchiature. I tubi che dovessero risultare danneggiati in modo tale che possa esserne compromessa la funzionalità dovranno essere scartati e, se già posati, sostituiti. Nel caso il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà procedere al suo ripristino, anche totale, da valutare a giudizio della D.L. in relazione all'entità del danno.

Le condotte dovranno essere realizzate col massimo numero di tubi interi e di massima lunghezza commerciale in modo da ridurre al minimo il numero dei giunti. Sarà perciò vietato l'impiego di spezzoni di tubi, a meno che sia espressamente autorizzato dalla D.L.. I necessari pezzi speciali, le apparecchiature e simili, dovranno essere messi in opera con cura e precisione, nel rispetto degli allineamenti e dell'integrità delle parti più delicate. Eventuali flange dadi e bulloni dovranno rispondere alle norme UNI, essere perfettamente integri e puliti e protetti con grasso antiruggine. Gli allineamenti di tutti i pezzi speciali e le apparecchiature rispetto alla condotta dovranno rispettare rigorosamente piani orizzontali o verticali a meno di diversa disposizione della D.L.. Gli sfiati automatici, da collocarsi agli apici delle livellette o al cambio di livellette ascendenti di minima pendenza, saranno montati secondo le previsioni progettuali e le indicazioni della D.L. (normalmente su pezzo speciale a T con saracinesca sulla derivazione).

**Posa in opera di condotti in pressione e a gravità di tipo prefabbricato**

**Generalità**

I tubi dovranno essere posati da valle verso monte e con il bicchiere orientato in senso contrario alla direzione del flusso, avendo cura che all'interno non penetrino detriti o materie estranee o venga danneggiata la superficie interna della condotta, delle testate, dei rivestimenti protettivi o delle guarnizioni di tenuta.

**Manufatti in calcestruzzo semplice**

I manufatti in calcestruzzo semplice, con giunto ad incastro, verranno sigillati con cemento. Le due testate da congiungere saranno abbondantemente lavate ed accuratamente pulite; verrà quindi applicato il legante, dapprima sull'incavo del tubo già in opera e successivamente sul risalto di quello da posare; quest'ultimo verrà infine spinto contro il precedente facendo rifluire all'esterno ed all'interno del giunto il legante eccedente. Si dovranno raschiare con cura tutte le eccedenze e si procederà, se del caso aggiustandola, alla verifica dell'esatta collocazione dell'elemento, immerstandolo quindi accuratamente col calcestruzzo del sottofondo ove sia stato prescritto. Per i manufatti con giunto abbicchiere si provvederà anche per essi all'accurata pulizia della testa e del bicchiere, osservando quindi nella posa le norme indicate nell'art. successivo. Dovendosi procedere al taglio di un tubo, si farà in modo di operare sull'elemento più a monte o, meglio, su quello più a valle della tratta e non su un elemento intermedio, e ciò prima di calarlo in trincea. Nel taglio si opererà con ogni diligenza, prestando attenzione a non incrinare lo spessore da utilizzare e curandole ortogonalità della superficie di taglio rispetto all'asse del tubo. Le estremità tagliate dovranno essere convenientemente inglobate nel getto dei muri perimetrali delle camerette. Qualora i tubi siano dotati di rivestimento di

fondo, questo, durante la posa, dovrà essere costante tenuto nella giusta posizione: ove ciò non fosse soddisfatto, il tubo dovrà essere sfilato, ripetendo quindi in modo corretto le operazioni di posa, l'aggiustamento del tubo mediante rotazione non è ammesso. Posato un tratto di condotto e assicurandosi che lo stesso sia convenientemente immerso e presenti sufficiente rigidità, si procederà, ove occorra, alla formazione dei fori per le immissioni secondo le modalità prescritte. Appena eseguiti i fori, l'interno del condotto dovrà essere accuratamente pulito con mezzi idonei prima di dar corso alle operazioni occorrenti per l'esecuzione degli allacciamenti.

Il reinterro della condotta dovrà essere eseguito solo dopo il benessere della Direzione Lavori.

#### ***Tubi di grès:***

Dopo aver eseguito lo scavo ed aver realizzato sul fondo la livelletta stabilita, si disporranno i tubi a pié d'opera evitando che durante la movimentazione venga danneggiato l'anello prefabbricato di giunzione e di tenuta. Prima di avviare la posa in opera del tubo si procederà alla pulizia del bicchiere e alla successiva lubrificazione senza usare oli lubrificanti. Si calerà quindi il tubo nello scavo avendo già predisposto il letto di posa presagomato dello spessore di almeno 10 cm + 1/10 Ø ed avendo cura che la punta del tubo non si sporchi prima di infilarla nel bicchiere del tubo già in opera. I tubi in opera dovranno posare su tutta la larghezza e non solo sul manicotto. Manovrando opportunamente si provvederà all'imboccatura della punta nel bicchiere. Di norma i tubi di grès dovranno essere posati su letto di sabbia o sul letto di calcestruzzo secondo le disposizioni della Direzione Lavori e secondo gli elaborati progettuali.

I cambiamenti di sezione, ove non siano realizzati in corrispondenza di camerette nelle quali il condotto sia aperto, verranno eseguiti con gli appositi pezzi speciali conici. Di norma dovrà essere evitato il taglio dei tubi; qualora tuttavia esso risultasse indispensabile, si dovrà previamente incidere con la lima la linea di rottura, tagliando quindi il materiale da asportare a schegge minute per mezzo di un piccolo scalpello di acciaio oppure con una tenaglia a ganasce fisse (mordiglione). Allorché il lavoro debba essere interrotto, l'ultimo tubo verrà chiuso con un tappo rigido; analogo provvedimento, in mancanza degli appositi tappi, dovrà prendersi all'atto della posa ed in via provvisoria, per ogni pezzo speciale d'immissione od ispezione, facendosi espresso divieto d'usare a tal fine sacchi, stracci o carta. Eseguita la posa si provvederà al getto del rinfianco, assicurandosi che il calcestruzzo aderisca perfettamente alla superficie del condotto, senza lasciare vuoti o bolle, ma evitando che, per eccessivo ed asimmetrico intasamento, la tubazione subisca spostamenti altimetrici o planimetrici. Ove prescritto, si realizzerà contemporaneamente al rinfianco anche la cappa, nello spessore e secondo la sagoma di progetto. Il reinterro dovrà avvenire solo allorché il calcestruzzo di rinfianco sia bene consolidato e previo il benessere della Direzione Lavori.

#### Scarico

I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi: dovranno essere sollevati ed appoggiati a terra con delicatezza, ed ogni operazione verrà effettuata con cura.

Le imbragature dovranno essere fatte con cinghie di nylon o canapa; qualora il carico sia stato fatto con pallets questi devono essere sollevati con adeguati mezzi e appoggiati su un terreno pianeggiante.

#### Sfilamento

Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto nello sfilamento lungo gli scavi si dovrà evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno.

#### Letto di posa

Se non previsto diversamente dalla direzione lavori, il letto di posa sarà costituito da calcestruzzo. Questo sottofondo, dello spessore di circa 10 cm + 1/10 del diametro, deve essere sagomato e avere delle nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, deve essere livellato in modo che il tubo appoggi per tutta la sua lunghezza e per un angolo di almeno 90°.

#### Posa del tubo

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi dovranno essere controllati per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento). Dovranno essere calati nello scavo con delicatezza curando che il segno di riferimento sia rivolto verso l'alto. Lubrificare la femmina della giunzione e la punta senza usare oli minerali, con un qualsiasi sapone liquido; infilare la punta nel bicchiere e spingere sino a battuta.

#### Riempimento dello scavo

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono essere riempite con lo stesso materiale costituente il letto, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta. Lo strato immediatamente sopra al tubo ed il rinfianco dovranno essere eseguiti a mano e privati degli elementi di diametro maggiore di 20 mm.

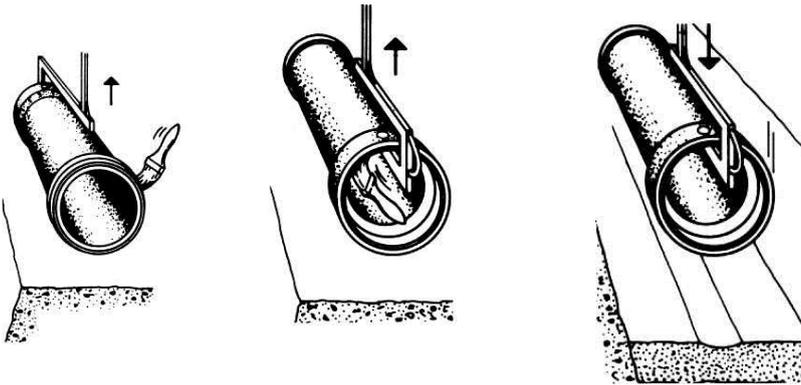
I tubi e pezzi speciali al momento della posa dovranno essere battuti leggermente con martello per verificarne l'integrità. Se risponderà con suono metallico (cristallino) sarà considerato accettabile, se invece il suono sarà rauco verrà scartato ed allontanato dal cantiere.

Nei disegni di seguito si illustrano le fasi per la corretta installazione di tubazioni di gres.

A tubo sollevato, pulire la giunzione di poliuretano in punta e quindi lubrificarla con sapone liquido (non usare oli minerali o sintetici).

Sempre a tubo sollevato pulire la giunzione di poliuretano del bicchiere e quindi lubrificarla con sapone liquido. Realizzare il letto di posa in sabbia, ghiaietto o calcestruzzo con spessore minimo pari a cm 10+ 1/10 DN.

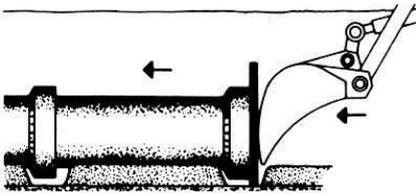
Quindi eseguire un'apposita nicchia, in corrispondenza del bicchiere.



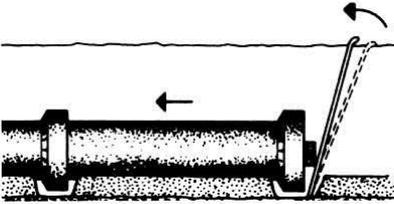
Calare il tubo nello scavo avendo cura di posizionare il segno di riferimento, in corrispondenza della generatrice superiore.

Questo accorgimento assicura l'allineamento della base di scorrimento della tubazione

Eseguire la giunzione introducendo la punta nel bicchiere e spingendo il tubo con la benna dell'escavatore, avendo cura di interporre una tavola di legno.



Eseguire la giunzione introducendo la punta nel bicchiere e spingendo il tubo a mano per mezzo di una leva.

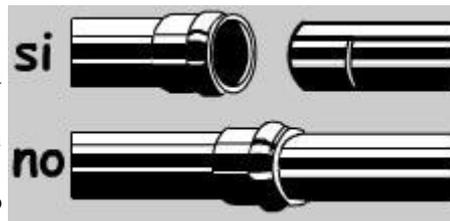


### ***Tubi in cloruro di polivinile (PVC)***

#### Posa in opera

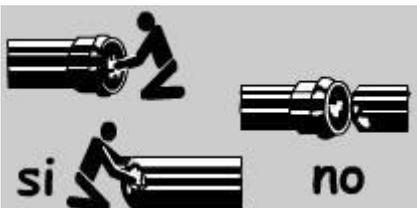
#### *Lunghezza di giunzione*

- Introdurre il tubo nel bicchiere fino alla battuta, segnando la posizione.
- Sfilare il tubo di 3 mm per metro di elemento posato, ma mai meno di 10 mm.
- Segnare la nuova linea di riferimento possibilmente in modo indelebile, questo per verificare l'esatta giunzione e nel tempo l'eventuale sfilamento.



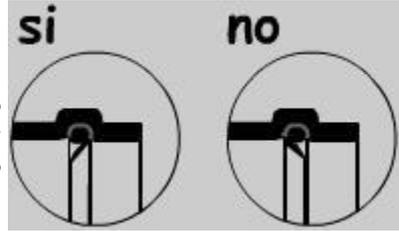
#### *Pulizia*

Pulire accuratamente l'interno del bicchiere, la sede dell'anello stesso e il codolo del tubo da inserire. Corpi estranei e residui di sporco causano perdite.



### *Inserimento dell'anello*

L'anello va posizionato nell'apposita sede con il labbro rivolto all'interno. Per gli anelli a sezione torica non esistono problemi. Per gli anelli a sezione trapezoidale il lato più rastremato rivolto all'interno. Una posizione errata dell'anello pregiudica la tenuta.



### *Inserimento*

Si consigliano tecniche che consentono una spinta continua e uniformemente distribuita.

### ***Tubi di polietilene***

Nella posa dei tubi in polietilene le saldature dovranno essere eseguite da personale specializzato in possesso di certificazione in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da Istituto o Centro di formazione autorizzato. Le giunzioni di tubi e raccordi di polietilene mediante saldatura testa a testa devono essere eseguite in stretta conformità alla normativa UNI 10520. Le giunzioni di tubi e raccordi di polietilene mediante saldatura per elettro fusione devono essere eseguite in stretta conformità alla normativa UNI 10521.

### ***Tubi di acciaio***

Nella posa dei tubi in acciaio le saldature dovranno essere eseguite da personale specializzato in possesso di certificazione in conformità alla norma EN 287 (ex UNI 6918 e UNI 4633) rilasciata da Istituto o Centro di formazione autorizzato. La Direzione dei Lavori potrà richiedere l'allontanamento di personale che presenti titoli da essa ritenuti insufficienti o che, nonostante il possesso di titoli ufficialmente riconosciuti, sottoposto a prova pratica non dia, a suo insindacabile giudizio, garanzia delle cognizioni tecniche e perizia necessarie. Il riconoscimento dell'idoneità del personale saldatore da parte della D.L. non esonera l'Impresa dalla responsabilità della buona riuscita delle saldature e dai conseguenti obblighi stabiliti a carico dell'Impresa. L'Appaltatore, se richiesto, con relazione eventualmente corredata da disegni dovrà precisare le dimensioni dei cordoni di saldature, il numero di passate che costituiranno i cordoni, il tipo ed il calibro degli elettrodi da impiegare in ciascuna passata, la corrispondente corrente elettrica, le attrezzature ed impianti che propone di impiegare. Dovranno essere esclusivamente impiegati elettrodi rivestiti di metallo d'apporto che presenti caratteristiche analoghe e compatibili con quelle del metallo base. Il tipo di elettrodi dovrà essere approvato dalla D.L. che potrà anche chiedere prove preventive.

Sia prima che dopo la posa delle tubazioni dovrà essere accertato lo stato e l'integrità dei rivestimenti protettivi, sia a vista che con l'ausilio di apparecchio analizzatore di rivestimenti isolanti capace di generare una tensione impulsiva di ampiezza variabile in relazione allo spessore dell'isolamento. L'apparecchiatura necessaria sarà fornita a cura e spese dell'Impresa. Dopo le operazioni di saldatura dovranno essere costruiti con cura i rivestimenti protettivi in analogia per qualità e spessori a quanto esistente di fabbrica lungo il resto della tubazione. Alle tubazioni metalliche posate in terreni chimicamente aggressivi, ai fini della protezione catodica dovranno essere applicate apposite membrane isolanti. ***Tubi di ghisa sferoidale***

L'innesto dei tubi a giunto rapido dovrà essere eseguita con apposito apparecchio di trazione per assicurare un graduale scorrimento del tubo evitando strappi alla guarnizione del bicchiere. Per agevolare lo scorrimento della testa del tubo entro la guarnizione dovrà essere spalmata una apposita pasta lubrificante.

Al termine delle operazioni di giunzione dovranno essere eseguiti i necessari (anche se provvisori e quindi successivamente da rimuovere) ancoraggi a seconda del tipo di condotta, delle pressioni e delle deviazioni o pendenze, cui seguirà il rinterro parziale dei tubi con materiale idoneo fino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore dei tubi, lasciando scoperti i giunti in attesa del risultato delle prove di tenuta idraulica.

### **Giunzioni dei condotti prefabbricati.**

*Giunzioni con guarnizioni in poliuretano e con anelli in gomma:* valgono le prescrizioni delle case costruttrici e come già espressamente indicato nell' art. n. 8 – “tubazioni e camerette”

### **Camerette di ispezione, di immissione, di cacciata e speciali**

Le camerette di ispezione, di immissione, di cacciata e speciali in genere potranno essere gettate in opera o prefabbricate secondo tipi da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori. Anche per questi manufatti, come per i giunti, tra essi e le canalizzazioni valgono le garanzie dell'articolo precedente.

Per quanto riguarda i manufatti da gettare in opera, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza caratteristica  $R_{bk} \geq 200$  kg/cm<sup>2</sup> se non armato e  $R_{bk} \geq 250$  kg/cm<sup>2</sup> se armato. Nelle solette saranno lasciati i fori per i torrini di accesso, delle dimensioni che risulteranno dai tipi di progetto e dalla profondità delle canalizzazioni. In corrispondenza delle superfici di appoggio degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta, l'armatura sarà convenientemente rinforzata, in funzione del carico di prova previsto per l'elemento di chiusura. Sulle solette verrà stesa una cappa di protezione. I tipici le dimensioni dei manufatti risultano dagli elementi di progetto e salvo che per i manufatti speciali, oggetto di specifico dimensionamento, saranno funzione degli affondamenti, dei ricoprimenti, del tipo e delle dimensioni dei condotti. Di norma le murature perimetrali avranno spessore, al rustico, di cm 25 e le solette di cm 20. Ove in corrispondenza di una cameretta debbasi realizzare un cambiamento di sezione del condotto principale, il manufatto sarà dimensionato in base alle caratteristiche del tubo di maggior diametro. Per le camerette con salto di fondo e con scivolo è prescritta la posa di elementi in granito sagomati in modo idoneo. Per i manufatti la cui fondazione si trovi a quota inferiore a quella di imposta del sottofondo dei tubi dovranno invece essere realizzate, prima della posa di quest'ultimo, tutte le parti che si trovino affondate sotto gli stessi, con particolare riguardo alle murature sulle quali debba, in tutto o in parte, fondarsi il sottofondo. Al getto dei muri perimetrali e delle solette si procederà senza lasciar passare eccessivo tempo dal getto delle pareti, in modo che ciascun manufatto risulti completato contemporaneamente al condotto. Il fondo di scorrimento dell'acqua delle camerette sarà protetto mediante rivestimento in grès o con applicazioni di prodotti anticorrosivi a spessore previsto dal progetto o prescritti dalla Direzione Lavori. Nelle camerette si prevedono immissioni con scivolo è prescritta la posa di elementi in granito sagomati in modo idoneo. Per i manufatti la cui fondazione si trovi a quota inferiore a quella di imposta del sottofondo dei tubi, dovranno invece essere realizzate, prima della posa di quest'ultimo, tutte le parti che si trovino affondate sotto gli stessi, con particolare riguardo alle murature sulle quali debba, in tutto o in parte, fondarsi il sottofondo. Al getto dei muri perimetrali e delle solette si procederà senza lasciar passare eccessivo tempo dal getto delle pareti, in modo che ciascun manufatto risulti completato contemporaneamente al condotto. Il fondo di scorrimento dell'acqua delle camerette sarà protetto mediante rivestimento in grès o con applicazioni di prodotti anticorrosivi a spessore previsto dal progetto o prescritti dalla direzione Lavori. Nelle camerette si prevedono immissioni con scivolo di raccordo in calcestruzzo, sopra il quale verrà successivamente steso lo strato anticorrosivo prescritto. Su tutte le restanti superfici verrà quindi applicato un intonaco in malta cementizia con rifinitura in puro cemento liscio. Gli elementi di raccordo tra chiusino e soletta verranno posati nel numero occorrente, in relazione ai tipi di manufatto e agli affondamenti, avendo cura di compensare previamente con getto di calcestruzzo nel necessario spessore, da eseguire ad immediato contatto con la soletta, gli eventuali dislivelli che avessero a sussistere tra piano superiore del chiusino e la sede stradale in relazione alle altezze fisse degli elementi e dei telai. I gradini di accesso che dovranno essere zincati a forte spessore e a bagno verranno ben immorsati nelle murature, avendo cura di non danneggiare la zincatura; essi saranno posti ad esatto piombo e perfettamente centrati rispetto al camino d'accesso.

#### **Pozzetti**

I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.

Nel caso dei manufatti realizzati in opera, i gradini della scaletta dovranno essere ben fissati, posizionati in perfetta verticale, allineati fra loro ed in asse col foro del sovrastante passo d'uomo della copertura. Dovrà essere posta particolare cura per non danneggiare la protezione anticorrosiva dei gradini stessi e delle pareti del pozzetto, eventualmente prescritte. I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili, per fognature, in calcestruzzo vibrocompresso, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle cattede di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cm<sup>2</sup>, con durezza di  $40 \pm 5^\circ$  IHRD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, pr EN 681.1, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.

I gradini per scala di accesso saranno prescritti per pozzetti di altezza libera interna > a 1000 mm, saranno posti negli appositi fori ad interasse verticale di 250 mm. I gradini dovranno essere conformi alla norma DIN 19555. Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali: I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della Legge 10-05-1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque. Le solette di copertura verranno di norma realizzate fuori opera e saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione.

#### **Allacciamenti dei pozzetti stradali e degli scarichi privati**

##### Fognatura e acque meteoriche

Gli allacciamenti ai condotti di fognatura dovranno, di norma essere realizzati – salvo particolari disposizioni della Direzione Lavori – in tubi di calcestruzzo o grès opportunamente rinfiacati. Gli allacciamenti degli scarichi privati

dovranno invece essere realizzati unicamente in tubi in grès o di p.v.c.. Nell'esecuzione delle opere di allacciamento si dovrà aver cura particolare per evitare gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione ricorrendo sempre all'impiego di pezzi speciali di derivazione con imboccatura (braghe), inserite nella condotta durante la sua costruzione, di raccordo e di riduzione. Le connessioni con gli sgombri dovranno essere accuratamente eseguite ai fini di non creare sollecitazioni di sorta su di essi con pericolo di rottura. Nell'eventualità di dover allacciare ai collettori immissioni in più punti in cui non esistono sgombri, le operazioni relative saranno stabilite volta per volta dalla Direzione lavori. Eccezionalmente la D.L. potrà autorizzare l'esecuzione di allacci successivamente alla realizzazione della condotta. In quel caso si dovrà perforare dall'alto accuratamente la tubazione mediante carotatrice con corona cilindrica delle dimensioni della tubazione da allacciare. Il collegamento sarà realizzato da un pezzo speciale stabile nella sua posizione e sigillato alla giuntura, che assicuri la tenuta idraulica come la rimanente tubazione e non sporga all'interno della condotta principale. L'impresa resterà in ogni caso responsabile di cedimenti, rotture e danni che si verificassero in seguito a tali lavori e dovrà provvedere a sua cura e spese alle riparazioni e sostituzioni relative, nonché al risarcimento dei danni derivati alla Stazione Appaltante ed a terzi. Per garantire gli scarichi degli allacciamenti esistenti dovranno essere presi tutti gli accorgimenti del caso sia nel momento di posa della condotta principale, che nel rifacimento dell'allacciamento stesso.

#### **Condotte in pressione**

Gli allacciamenti idrici sulle condotte in pressione saranno eseguiti secondo i particolari e le prescrizioni di progetto mediante apposite prese a staffa a seconda del materiale e tipo di tubazione da cui ci si deriva. La condotta verrà forata mediante apposita attrezzatura foratubi, con punta adatta al tipo di materiale da forare, ponendo particolare cura per l'asportazione del truciolo o tassello di tubo onde evitare intasamenti alla condotta.

In ogni caso dovrà essere garantito l'utilizzo delle linee esistenti per tutta la durata della posa, limitando le interruzioni di servizio solo per lo stretto tempo necessario alla messa in carico delle nuove tubazioni e per il rifacimento degli allacciamenti. In particolare la lavorazione dovrà avvenire con le seguenti fasi di lavorazione:

- posa della condotta lungo tutta la strada
- scavi per gli allacciamenti
- messa in carico della condotta principale, mantenendo in carico la condotta da dismettere
- dismissione e contemporaneamente realizzazione dei nuovi allacciamenti

#### **Dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e manufatti di fusione in genere)**

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) dovranno essere conformi per caratteristiche dei materiali di costruzione di prestazioni e di marcatura a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124.

Salvo particolari prescrizioni della direzione lavori, i getti di ghisa dovranno essere eseguiti con ghisa convenzionalmente designata con la sigla G 15 UNI 668 ed essere idonei ai carichi previsti dal progetto o prescritti dalla Direzione Lavori. Più precisamente l'impresa dovrà presentare i campioni per l'approvazione della Direzione Lavori. Per i chiusini di camerette in sede stradale, l'impresa dovrà provvedere a procurare le loro approvazioni da parte della Provincia o dell'ANAS in relazione della categoria della strada.

Inoltre si prescrive:

- a) le superfici di appoggio del coperchio con il telaio dovranno essere conformate e lavorate in modo che il piano di contatto sia perfetto e non si verifichi nessun traballamento al passaggio dei veicoli;
- b) il coperchio dovrà essere allo stesso livello del telaio, non sarà ammessa alcuna tolleranza in meno di altezza, dovrà avere un giusto gioco del telaio;
- c) ogni mezzo dovrà portare, oltre al marchio di fabbrica del produttore, la scritta che verrà indicata dalla stazione appaltante.

A posa avvenuta, la superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi a perfetta quota del piano stradale finito.

Analoghe prescrizioni valgono per i chiusini in ghisa sferoidale e in acciaio fuso.

#### *Art. 20 – Collaudo delle condotte*

##### **Generalità**

Tutte le condotte di fognatura e le opere d'arte connesse dovranno essere impermeabili alla penetrazione delle acque dall'esterno ed alla fuoriuscita dall'interno nelle previste condizioni di esercizio.

Nell'ambito del collaudo delle condotte verranno eseguite prove di tenuta secondo le prescrizioni della tabella che segue. Le pressioni di collaudo in campo,  $p_c$ , per le tubazioni con funzionamento a pressione sono riferite alla pressione di esercizio  $p_E$ : esse dovranno comunque risultare  $p_c = 1.5 p_E$ , semprechè detto valore risulti superiore a  $p_E + 2$  (kgf/cm<sup>2</sup>), valore limite inferiore per le pressioni  $p_c$ . Le pressioni di collaudo in campo per le tubazioni con funzionamento non a pressione (fognature) sono riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivelli non superiore a m 0,50 circa.

Le operazioni di collaudo in campo possono essere ordinate, controllate e verbalizzate dal direttore dei lavori; i relativi documenti dovranno essere sottoposti all'esame del collaudatore per l'accettazione, fatta salva la facoltà di quest'ultimo di richiedere la ripetizione delle prove prescritte.

Allegato 4: Specifiche tecniche dei materiali Acquedotto e Fognatura

| <i>Materiali</i>                       | <i>Prova di riferimento</i>   | <i>Modalità di prova</i>   | <i>Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento</i>                                       |
|--|---|--|--|
| Acciaio saldato e non saldato          | Prova per pressione interna o comportamento del materiale a trazione<br>Prova di schiacciamento o comportamento del materiale a flessione   | UNI 6363/84<br>par. 9.7.1<br><br>UNI 6363/84<br>tubi saldati<br>par. 9.7.5/6<br>tubi senza saldatura<br>par. 9.7.7 |  |
| Ghisa grigia                           | Prova per pressione interna<br>Prova di flessione su anello o comportamento a flessione   | UNI 5336/69<br>par. 11.1<br>UNI 5336/69<br>par. 11.2.2<br>par. 11.2.3  |  |
| Ghisa a grafite sferoidale             | Prova per pressione interna<br>Comportamento del materiale a trazione   | UNI ISO 2531/81<br>par. 16.2<br>UNI ISO 2531/81<br>par. 14   |  |
| PVC rigido non plastificato            | Prova per pressione interna<br>T = 20°C, t = 1 <sup>h</sup><br>T = 60°C, t = 1 <sup>h</sup><br>T = 60°C, t = 1000 <sup>h</sup>  | UNI 7448//75<br>par. 3.8   | UNI 7441/75<br>par. 7  |
| Polietilene ad alta densità            | Prova per pressione interna   | UNI 7611<br>par. 10  | UNI 7611<br>par. 7   |
| Amianto-cemento                        | Prova pressione interna (scoppio)<br><br>Prova di flessione trasversale (rottura)   | UNI 4372/76<br>4372A/76<br>par. 5.2<br>par. A5.2<br>UNI 4372/76<br>4372A/76<br>par. 5.3<br>par. A5.3               | UNI 4372/76,M<br>4372A/76<br>par. 2.4<br>par. 2.2A   |
| Cemento armato (senza lamierino)       | prova per pressione interna;<br>rottura $p_r \geq p^* + 1.5$<br>$p^* \leq 3 \text{ kgf/cm}^2$ ovvero<br>$p_r \geq 1.5 p^*$<br>( $p^* > 3 \text{ kgf/cm}^2$ )<br>Prova di flessione trasversale<br>(fessurazione e rottura):<br>fessurazione $N_f \geq 65 \text{ D kgf/m}$ , rottura $N_r \geq 97.5 \text{ D kgf/m}$<br>(D diametro interno, cm) |  | $p_r/p_r \leq 0.67$<br>( $p = 1 + 4 \text{ kgf/cm}^2$ )<br>$p_r/p_r \leq 0.75$<br>$p > 4 \text{ kgf/cm}^2$ |
| Cemento precompresso (senza lamierino) | Prova per pressione interna,<br>fessurazione $p_f \geq 1.25 p^*$<br>(p. pressione fessurazione a deformazioni lente esaurite)   |  | $p_r/p_d \leq 0.80$  |
| PVC rigido non plastificato            | Prova pressione interna<br>T = 20°C, t = 1 <sup>h</sup><br>T = 60°C, t = 1 <sup>h</sup><br>T = 60°C, t = 1000 <sup>h</sup>  | UNI 7447/75<br>par. 9<br>UNI 7441/75<br>par. 10  |  |
| Polietilene ad alta densità (AD)       | Prova per pressione interna<br>T = 20°C, t = 1 <sup>h</sup><br>T = 80°C, t = 170 <sup>h</sup>   | UNI 7613<br>par. 9   |  |
| Amianto-cemento                        | Prova di flessione trasversale (rottura)  | UNI 5341/76<br>par. 4.2<br>UNI A5341/76<br>par. 4.2  |  |
| Gres                                   | Prova di flessione trasversale: rottura<br>$N_r \geq 3500 \text{ } 2500 \text{ } 2000$<br>D 10÷35 40 50÷80<br>$N_r \geq 4000$<br>D 60÷80<br>(A, B due serie costruite, $N_r$ carico minimo rottura kgf/m;<br>D diametro interno cm)   |  |  |

Se durante una prova di collaudo si dovessero riscontrare delle perdite superiori a quelle previste dalle relative norme, la prova dovrà essere interrotta e ripetuta dopo che l'Impresa avrà proceduto alle necessarie riparazioni che potranno anche consistere in un rivestimento in calcestruzzo o in sigillature profonde con materiali resistenti alla corrosione e di sicura

adesione, da approvarsi dalla Direzione Lavori. In caso di più gravi difetti potrà essere richiesta la sostituzione dei tubi. Quando una prova per riuscire favorevole richiedesse le suddette riparazioni, la Direzione lavori ordinerà la seconda prova su altro tronco dello stesso diametro e nel caso che anche per questo non si verificasse la tenuta, l'impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a sigillare indistintamente tutti i giunti della condotta dello stesso diametro con i procedimenti di cui sopra, salvo poi un nuovo collaudo su tronchi scelti dalla Direzione lavori.

#### **Collaudo con acqua**

Il collaudo idraulico deve essere eseguito sulle condotte posate per verificare l'integrità e la funzionalità dei tubi, dei giunti, dei raccordi e degli altri componenti la condotta, deve inoltre essere eseguito a scavo aperto per consentire l'ispezione visiva del tratto sottoposto a collaudo: Le metodologie previste per la verifica di tenuta idraulica in opera nel caso del PE devono tenere conto del comportamento visco-elastico del materiale.

#### Procedimento:

Il collaudo dovrà essere eseguito in conformità al progetto e alla norma ENV 1401-3 per le tubazioni in resine plastiche, alla normativa UNI EN 1610 per le tubazioni in calcestruzzo, e alla normativa DIN 4033 per le tubazioni in grès ceramico. La condotta sarà sottoposta a prova di tenuta idraulica, per successivi tronchi, con pressione pari ad 1.5 volte la pressione di esercizio, con durata e modalità stabilite in progetto o indicate dalla D.L. e comunque conforme alle previsioni dell'art. 3.10 del Decreto Min. Lav. Pubblici del 12/12/1985.

La prova eseguita a giunti scoperti verrà considerata positiva in base alle risultanze del grafico del manometroregistratore ufficialmente tarato e dalla contemporanea verifica di tenuta di ogni singolo giunto. La medesima prova verrà quindi ripetuta dopo il completo rinterro delle tubazioni sulla base delle risultanze del grafico del manometro. La prova a giunti scoperti avrà durata di 8 ore e la seconda, dopo rinterro, durerà 4 ore. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di una atmosfera al minuto primo.

I verbali, i dischi con i grafici del manometro, eventuali disegni illustrativi inerenti le prove dovranno essere consegnati al Collaudatore, il quale avrà comunque facoltà di far ripetere le prove stesse.

L'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a fornire l'acqua occorrente, eventuali flange cieche di chiusura, pompe, manometri registratori con certificato ufficiale di taratura, collegamenti e quant'altro necessario. L'acqua da usarsi dovrà rispondere a requisiti di potabilità, di cui dovrà essere fornita opportuna documentazione, e la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà vietare all'Impresa l'uso di acqua che non ritenga idonea. Delle prove di tenuta, che saranno sempre eseguite in contraddittorio, sarà redatto apposito verbale qualunque ne sia stato l'esito. Dopol'esito positivo delle prove, sia le condotte che le vasche o serbatoi, dovranno essere tenuti pieni a cura e spese dell'Impresa fino a fine collaudo.

In alternativa un procedimento particolare è descritto nella norma UNI EN 805; tale procedimento comprende le fasi:

- preliminare
- prova di perdita di carico integrata
- prova principale

*preliminare:* durante la fase preliminare vengono create le condizioni per una esecuzione appropriata alla provaprinzipale e una conseguente corretta lettura dei dati ottenuti:

la tubazione è sciacquata, è sfiatata (la presenza di aria deve essere evitata) e riempita di acqua a pressione atmosferica. Segue un periodo di riposo di almeno 60 minuti.

Aumentare la pressione rapidamente (meno di 10 minuti) fino alla pressione di prova e mantenerla per 30 minuti mediante pompaggio continuo, in questo periodo deve essere ispezionato il tratto di condotta interessato al collaudo per l'eventuale individuazione di perdite evidenti.

Interrompere il pompaggio per un'ora (durante questo periodo si verifica una perdita di pressione per effetto della deformazione plastica);

Misurare la pressione residua al termine di questo periodo.

L'esito della fase preliminare è considerato positivo se la perdita di pressione misurate è inferiore o uguale al 30% della pressione di prova.

#### *Prova di perdita di carico integrata:*

Diminuire rapidamente la pressione rimasta al termine della fase preliminare di un ulteriore 10% - 15% della pressione di prova iniziale, mediante scarico dell'acqua;

Misurare il volume di acqua rimosso  $\Delta V$  con la massima precisione possibile;

Calcolare la perdita d'acqua ammissibile  $\Delta V_{max}$  con la seguente formula:

$$\Delta V_{max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot (1/E_w + D/(e \cdot E_r))$$

dove:

$$\Delta V_{max} = \text{perdita d'acqua ammissibile [l]}$$

V = volume in litri della sezione del tratto di tubazione sottoposto a prova [l]

P = perdita di pressione [kPa]

D = diametro interno dei tubi [m]

$E_w$  = modulo di elasticità dell'acqua = 2 000 000 kPa

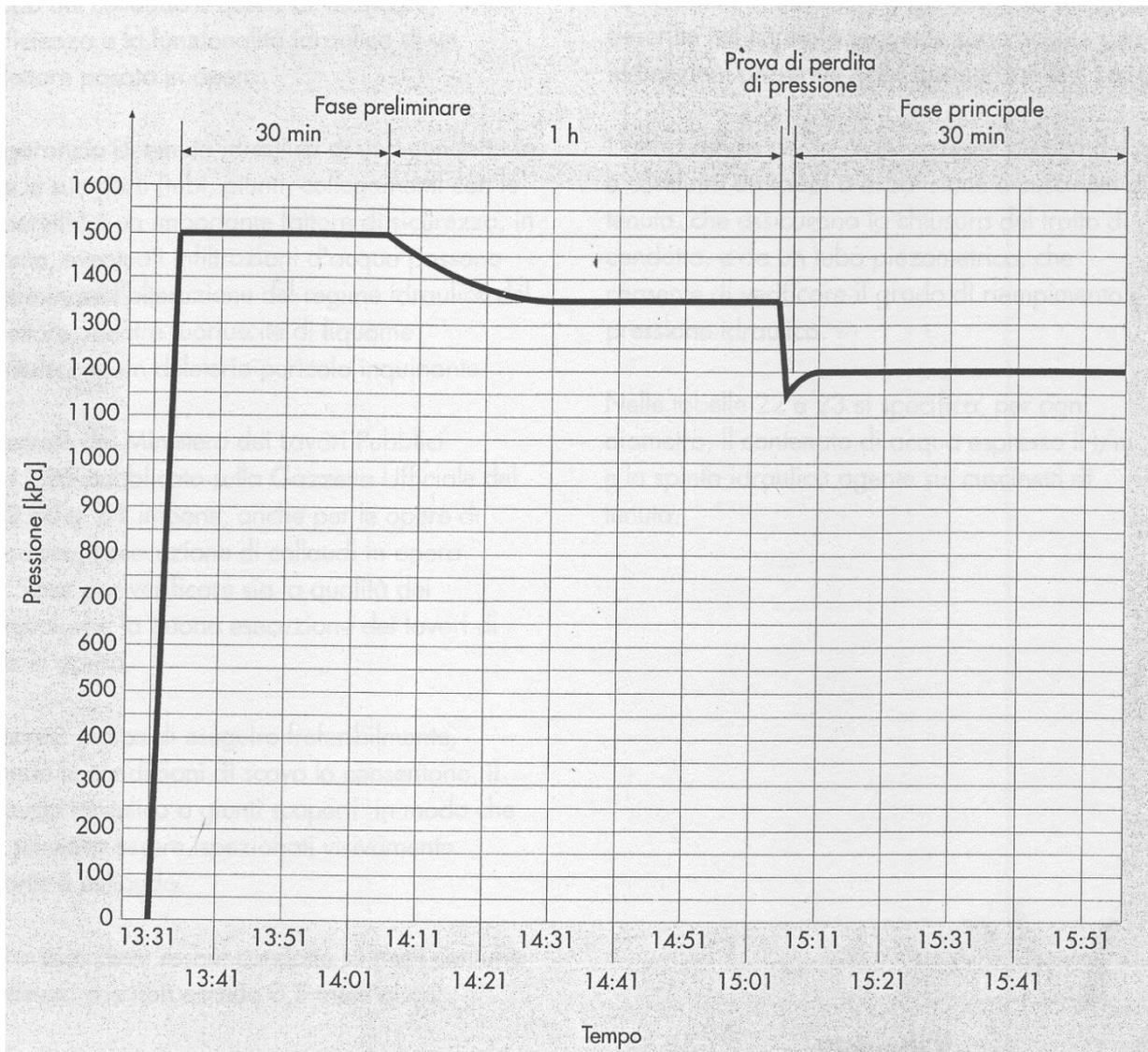
e = spessore del tubo [m]

$E_r$  = modulo elastico della parete del tubo in direzione circonferenziale [kPa] pari per il PE a 1.000.000 kPa

Controllare che  $\Delta V \leq \Delta V_{max}$

*Prova principale:* la rapida perdita di pressione provocata nella prova di perdita di pressione produce una contrazione nella tubazione, interrotto lo scarico dell'acqua la contrazione deve inurre un aumento della pressione evidenziabile con la registrazione frequente per 30 minuti dei valori di pressione (vedi grafico)

L'esito del collaudo è considerato positivo quando la curva della pressione nella fase principale mostra una tendenza all'aumento, in caso contrario esiste una perdita all'interno del sistema che deve essere cercata e riparata.



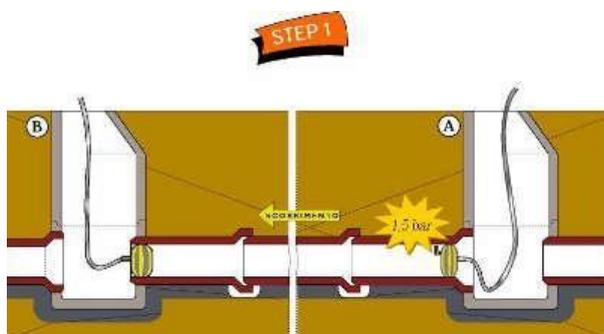
E' importante che la prova si esegua quanto possibile in condizioni di temperatura controllata (normalmente 12 – 15°C) poiché la temperatura influenza notevolmente i parametri coinvolti in questo collaudo.

Per il collaudo in opera su un collettore di **gres ceramico** vale quanto segue:

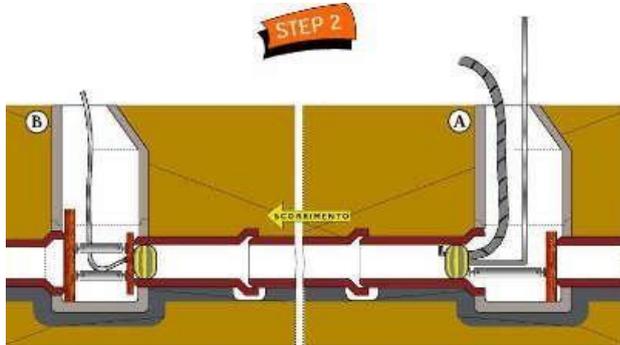
L'attrezzatura per la realizzazione pratica del test é costituita da tappi a espansione o cuscinetti di tenuta, che assicurano la chiusura del tratto di condotta, e da un tubo piezometrico, che consente di verificare il grado di riempimento e la pressione idraulica.

Pulire l'imbocco del tubo a valle (pozzetto B) quindi inserire la testata cieca gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar

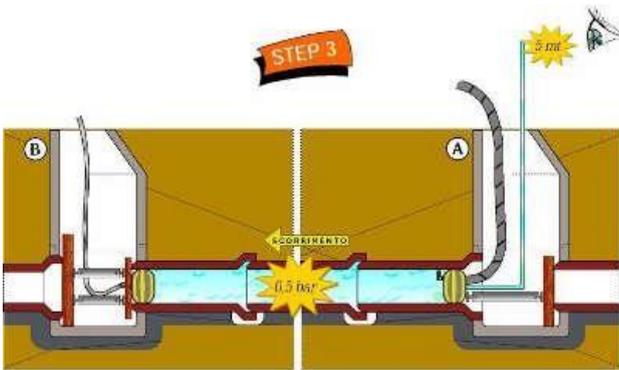
Pulire l'imbocco del tubo a monte (pozzetto A) quindi inserire la testata di prova gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar



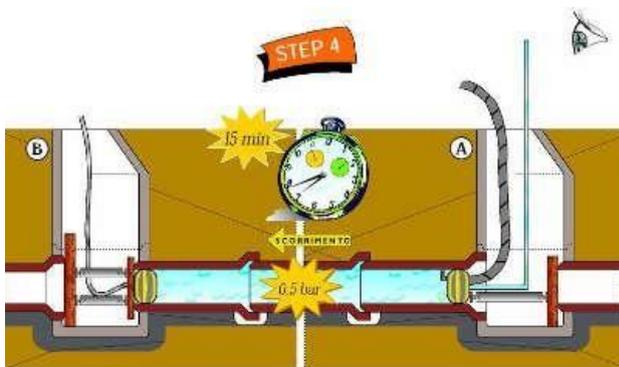
Predisporre, sui due cuscinetti, un opportuno sistema di contrasto della spinta idraulica (Vedi tabella Step 4)  
 Collegare il tubo piezometrico alla testata di prova



Procedere al riempimento della tratta sino a superare di qualche centimetro il colmo della condotta.  
 Riempire la colonna piezometrica fino ad un'altezza di 5 m. (0,5 bar)



L'altezza di riempimento da raggiungere nella colonna piezometrica deve tenere in considerazione la lunghezza e la pendenza del tratto in esame.  
 Esempio: per una condotta lunga 50 m. con pendenza dell'uno per cento, al fine di assicurare una pressione di prova di 0,5 bar e non superiore, il livello da raggiungere nella colonna piezometrica dovrà essere di 4,5 m. anziché 5 m.  
 Dopo circa un'ora di messa a regime iniziare il controllo dell'assorbimento effettuando 2 letture del livello dell'acqua nel tubo piezometrico a distanza di 15'  
 Secondo la Norma UNI-EN 1610 l'integrazione ammessa per i vari diametri è 0,07 l/m<sup>2</sup> in 15 min



Nella sottostante tabella si specifica, per ogni diametro, il contenuto di acqua espresso il l/m e la spinta idraulica agente sui cuscinetti di tenuta

**Collaudo con aria**

| Diametro (mm)         | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600  | 700  | 800  |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Contenuto l/m         | 8   | 12  | 18  | 31  | 49  | 71  | 96  | 126 | 159 | 196 | 283  | 385  | 503  |
| Spinta idraulica (Kg) | 39  | 61  | 88  | 157 | 245 | 353 | 481 | 629 | 795 | 981 | 1413 | 1923 | 2512 |

Nel caso di collaudo della tenuta delle tubazioni, dei pozzetti e delle camere di ispezione del metodo con aria non vi sono limiti al numero di ripetizioni e di prove successive al mancato superamento di una prova; nel caso in cui la prova ad aria non venga superata la prima volta e anche le successive, è consentito il ricorso alla prova ad acqua e solo il risultato di questa sarà decisivo.

I tempi di prova per le tubazioni, esclusi i pozzetti e le camerette di ispezioni sono indicati in tabella in base alla dimensione del tubo e ai metodi di prova (LA, LB, LC, LD); per il collaudo di pozzetti e camere di ispezione si può usare un tempo di prova un tempo di prova pari alla metà di quello per una tubazione di diametro equivalente.

| Materiale   | Metodo di collaudo | $p_0^{*)}$ $\Delta p$ |               | Tempo di prova<br>min |        |        |        |        |        |          |
|---|--------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
|   |                    | mbar<br>(kPa)         |               | DN 100                | DN 200 | DN 300 | DN 400 | DN 600 | DN 800 | DN 1 000 |
| Tubi di calcestruzzo non impregnato                         | LA                 | 10<br>(1)             | 2,5<br>(0,25) | 5                     | 5      | 5      | 7      | 11     | 14     | 18       |
|   | LB                 | 50<br>(5)             | 10<br>(1)     | 4                     | 4      | 4      | 6      | 8      | 11     | 14       |
|   | LC                 | 100<br>(10)           | 15<br>(1,5)   | 3                     | 3      | 3      | 4      | 6      | 8      | 10       |
|   | LD                 | 200<br>(20)           | 15<br>(1,5)   | 1,5                   | 1,5    | 1,5    | 2      | 3      | 4      | 5        |
| Valori di $K_p^{**})$                                       |                    |                       |               | 0,058                 | 0,058  | 0,053  | 0,040  | 0,0267 | 0,020  | 0,016    |
| Tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali | LA                 | 10<br>(1)             | 2,5<br>(0,25) | 5                     | 5      | 7      | 10     | 14     | 19     | 24       |
|   | LB                 | 50<br>(5)             | 10<br>(1)     | 4                     | 4      | 6      | 7      | 11     | 15     | 19       |
|   | LC                 | 100<br>(10)           | 15<br>(1,5)   | 3                     | 3      | 4      | 5      | 8      | 11     | 14       |
|   | LD                 | 200<br>(20)           | 15<br>(1,5)   | 1,5                   | 1,5    | 2      | 2,5    | 4      | 5      | 7        |
| Valori di $K_p^{**})$                                       |                    |                       |               | 0,058                 | 0,058  | 0,040  | 0,030  | 0,020  | 0,015  | 0,012    |

\*) Pressione superiore alla pressione atmosferica

\*\*\*)  $t = \frac{1}{K_p} \cdot \ln \frac{p_0}{p_0 - \Delta p}$

Per tubi di calcestruzzo non impregnato  $K_p = \frac{16}{DN}$  con massimo 0,058.

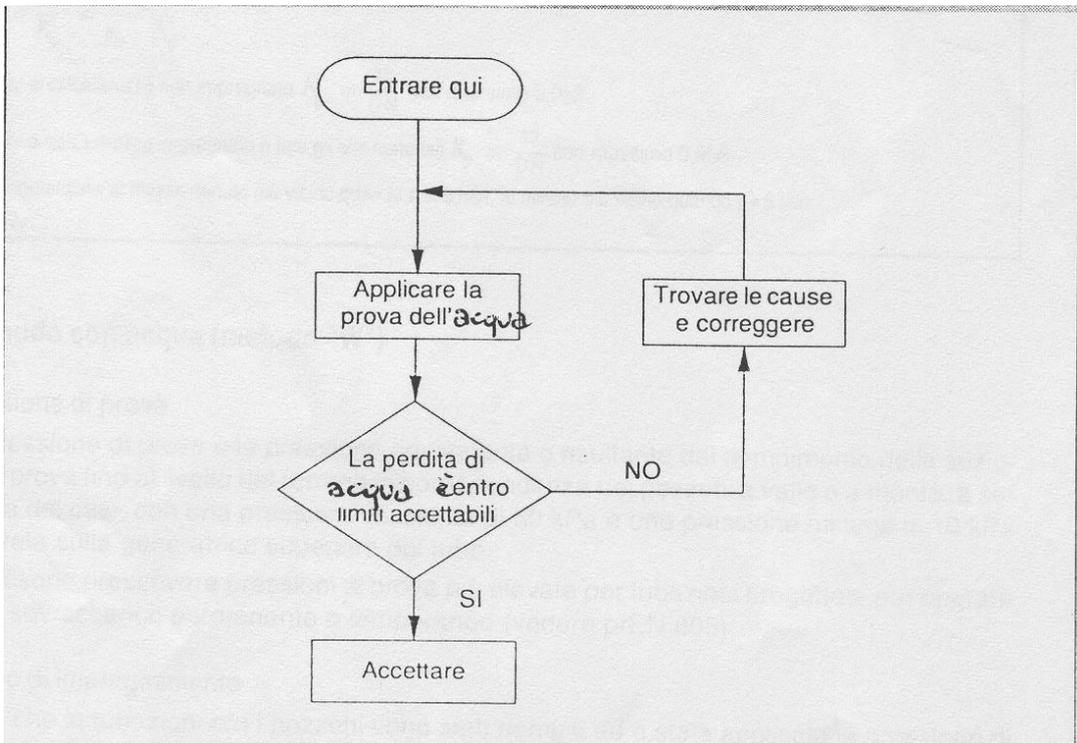
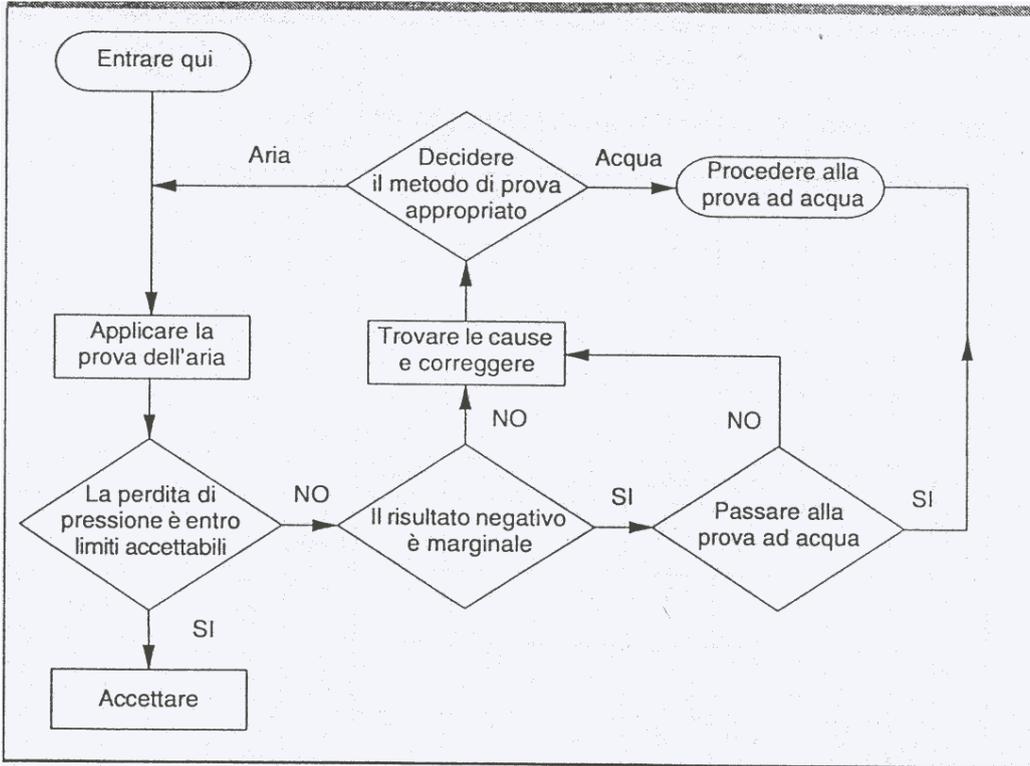
Per tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali  $K_p = \frac{12}{DN}$  con massimo 0,058.

Con  $t$  arrotondato al mezzo minuto più vicino quando  $t \leq 5$  min, al minuto più vicino quando  $t > 5$  min.

$\ln = \log_e$

In primo luogo si deve mantenere per circa 5 minuti una pressione iniziale maggiore di circa il 10% della pressione di prova richiesta,  $p_0$ . Si deve poi adeguare la pressione alla pressione di prova indicata in tabella e relativa al metodo di collaudo LA, LB, LC, LD. Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova è minore del  $\Delta p$  indicato la tubazione è conforme.

L'apparecchiatura usata per misurare la caduta di pressione deve consentire la misura del  $\Delta p$  con una precisione del 10%; la precisione del tempo deve essere di 5 s.



**Prove delle condotte in acciaio**

La prova idraulica delle condotte in acciaio dovrà essere effettuata secondo le modalità previste nel D.M. 12.12.1985. L'Impresa è strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi provvisori (che sono a totale onere dell'impresa e sono già compresi e compensati nel prezzo inerente la posa della tubazione). Successivamente, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove, come previsto dal citato decreto. Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavoratori in genere ed alle proprietà dei terreni a causa dei ritardi nelle operazioni suddette saranno a totale carico dell'Impresa. L'Amministrazione potrà prescrivere dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di

comunicazione tra l'uno e l'altro, muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua; i blocchi sono da rimuovere, in tutto o in parte, dopo le prove, per eseguire il tratto di tubazione corrispondente all'interruzione. L'impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove o per il loro controllo da parte dell'amministrazione; dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, ecc. Saranno inoltre, a cura e spese dell'Impresa, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti. Il collaudo della condotta, avverrà per tronchi di lunghezza pari a 500 m, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori. E' previsto, inoltre, un collaudo finale, una volta terminata la posa dell'intera condotta. Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due:

1. prova a giunti scoperti e condotta seminterrata
2. prova a cavo chiuso per metà altezza.

Le tubazioni dei singoli tronchi saranno sottoposte, sia nella prima che nella seconda prova, ad una pressione pari a 1.5 volte la pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco provato (pressione di collaudo minima 45 bar) e comunque con una sovrappressione rispetto alla stessa non inferiore a 3 Bar. La prima prova avrà la durata di 24 ore, la seconda di 12 ore. I manometri utilizzati per il collaudo dovranno essere posti in parallelo, dovranno avere un diametro minimo di 20 cm, con un fondo scala non superiore al 25% della pressione di collaudo. Si dovranno utilizzare manografi per la registrazione dei valori di pressione e delle curve/diagrammi caratteristiche che forniscano risultati chiari ed inequivocabili. I diagrammi delle registrazioni dovranno essere forniti alla Direzione Lavori che provvederà alla loro accettazione. Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione dei Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, potrà eseguire la visita accurata di tutti i giunti. A tale scopo, all'inizio della prova, i singoli giunti devono risultare puliti e perfettamente asciutti. Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, la prova dovrà essere ripetuta per tutta la sua durata alle medesime condizioni. Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento e il nuovo riempimento della condotta a tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore. Il buon esito della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti e del grafico del manometro registratore. In particolare, non potrà essere convalidata una prova in base alle sole indicazioni, ancorchè, buone, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

Eseguita la prova con esito favorevole si procederà al rinterro della condotta adoperando le materie scavate in precedenza e calcolandole con la massima cura fino a costituire un ricoprimento di cm 80 sulla generatrice superiore del tubo.

Qualora le materie scavate fossero costituite da pietrame o detriti di roccia, si sceglierà col vaglio la parte più fina (dimensione massima cm 3) per costituire con essa un primo strato almeno di cm 30 di copertura sulla parte di rinterro in sabbia prevista in progetto.

Qualora la prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti, il rinterro rinnovato. Dopo ciò la prova potrà essere rinnovata con le stesse modalità di cui sopra.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Impresa.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso del tronco stesso; la pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di un bar al minuto primo.

Per ogni tratto di condotta posata, e comunque per lunghezza non superiore a metri 500, debbono essere postinell'interno della condotta opportuna quantità di disinfettante (ipoclorito).

Durante le prove di pressione della tubazione il disinfettante si scioglierà nell'acqua disinfettando all'interno la condotta. L'acqua medica sarà scaricata durante i lavaggi.

Potranno essere prescritti, in sostituzione di quelli suindicati, altri sistemi di disinfezione con cloruro di calce o permanganato di potassio o altri ossidanti.

L'immissione dell'ipoclorito o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che debbano rinnovarsi le prove di pressione delle condutture. Nessun compenso spetta all'assuntore per queste operazioni di disinfezione aggiuntive oltre alla prima, in quanto dovute a imperfezioni della tenuta idraulica della condotta.

#### *Art. 21 – Attraversamenti e parallelismi*

##### **Norme da osservare**

Nei casi di interferenza (attraversamenti, parallelismi) di condotte di acqua potabile sotto pressione (acquedotti) o di fogna con le ferrovie dello Stato ovvero con ferrovie, tramvie e filovie extraurbane, funicolari, funivie e impianti similari, concessi o in gestione governativa, eserciti sotto il controllo della Direzione generale della motorizzazione civile e trasporti in concessione, saranno osservate le Norme vigenti ed in particolare le prescrizioni del D.M. n. 2445 del 23 febbraio 1971 ed ogni altra disposizione impartita dall'ente interessato.

##### **Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati**

La condotta sarà mantenuta alla massima distanza possibile dalle altre tubazioni (acquedotti, gasdotti, ecc.) e cavi (elettrici, telefonici, ecc.) interrati.

Per le condotte urbane:

– nei parallelismi, se eccezionalmente si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, verrà controllato anzitutto il rivestimento con particolare cura mediante un rilevatore a scintilla per verificarne in ogni punto la continuità e sarà poi eseguito un rivestimento supplementare (come quello per la protezione dei giunti nei tubi di acciaio); nella eventualità che possano verificarsi contatti fra le parti metalliche, saranno inseriti tasselli di materiale isolante (p.e. tela bachelizzata, PVC, ecc.) dello spessore di almeno 1 cm;

– negli incroci verrà mantenuta una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente si dovesse ridurre, sarà eseguito un rivestimento supplementare come sopra per una estensione di 10 m a monte e 10 m a valle; se esiste il pericolo di contatto fra le parti metalliche (p.e. per assestamenti del terreno), verrà interposta una lastra di materiale isolante con spessore di almeno 1 cm, larghezza eguale a 2 ÷ 3 volte il diametro del tubo maggiore e lunghezza a seconda della posizione della condotta rispetto alle altre tubazioni o cavi.

Analogamente si procederà per le condotte extraurbane, nei parallelismi e negli incroci, quando la distanza di cui sopra si riduca a meno di 75 cm.

#### **Attraversamenti di pareti e blocchi in calcestruzzo**

La tubazione, per la parte in cui attraversa pareti, blocchi di ancoraggio o briglie in calcestruzzo ecc., conserverà il rivestimento protettivo e verrà tenuta ad una distanza di almeno 10 cm dagli eventuali ferri di armatura. Se in corrispondenza all'attraversamento deve essere realizzato l'ancoraggio, si ricorrerà a cerniere protette con idonee vernici isolanti (p.e. epossidiche) mentre il tubo sarà sempre dotato di rivestimento.

### *Art. 22 – Esecuzione delle pavimentazioni*

#### **Pavimentazioni in genere**

Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei tagli, dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, linee di contatto con apparecchiature o manufatti ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione. L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate o ai calcestruzzi di sottofondo stradale di qualsiasi rivestimento a base di leganti bituminosi, catramosi od asphaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco. Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata conseguita attraverso un accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la pulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata. Sarà di norma prescritto il lavaggio quando in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie, sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dalla azione del getto d'acqua sotto pressione, e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni. Per leganti a caldo, per altro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo esigono, una massicciata perfettamente asciutta. Prima di stendere qualsiasi tipo di conglomerato bituminoso, le superfici interessate dovranno essere trattate con apposita manodopera di ancoraggio di emulsione. I prodotti per pavimentazioni stradali da stendere sulle superfici così preparate dovranno rispondere ai requisiti indicati nell'apposito capitolo sulla qualità dei materiali. La loro posa in opera sarà eseguita di norma a mezzo di spanditrici/finitrici a temperatura non inferiore a 120° e successivamente compressi con rullo a rapida inversione di marcia, di peso adeguato. La superficie dovrà essere priva di ondulazione: un'asta rettilinea lunga 4 metri posta su di essa non dovrà avere la faccia di contatto distante più di 5 mm e solo in qualche punto singolare del piano.

#### **Prodotti per pavimentazioni stradali Bitumi**

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

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

### ***Bitumi liquidi***

Debbono soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali» di cui al «Fascicolo n. 7» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

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

### ***Emulsioni bituminose***

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

### ***Catrami***

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

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

#### *Art. 23 – 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 fibrocompresi 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. 24 – Impermeabilizzazioni*

##### **Norme Generali**

Tutti i materiali per impermeabilizzazione dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, assenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia, di prodotti disarmanti, di preesistenti impermeabilizzazioni. Le superfici dovranno essere asciutte e stagionate per almeno venti giorni per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, anche quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato.

A questi interventi preparatori dovrà seguire un'accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne ecc.; il convogliamento delle acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti; non si dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari; in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato).

Dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in per metro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

Le strutture sovrastanti gli strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi. Eventuali perdite che si manifestassero sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'Impresa a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni dei materiali che intende adottare per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Potranno essere prelevati anche tasselli già posti in opera su cui effettuare le prove di laboratorio su zone scelte a caso.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche richieste, i materiali saranno rifiutati e l'Impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

### **Manto di impermeabilizzazione realizzato con membrana elastica continua in materiale sintetico epossipoliuretano**

#### Primer di adesione

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

#### Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretano con presenza attiva di un terzo polimero elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura  $T \geq 293$  K ed UR  $65\% \pm 5\%$ . Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche salvo diversa prescrizione progettuale:

- Densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato):  $1,15 \pm 0,05$  kg/dm<sup>2</sup> (UNI 89-1970)
- Durezza superficiale:  $90 \pm 5$  Shore "A" (UNI 4916-74)
- Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 MPa (UNI 8202 par. 8°)
- Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI 8202 par. 8°)
- Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI 8202 par. 10°)
- Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a  $T = 253$  K (UNI 8202 par. 15°)

Adesione al supporto cementizio: minimo 3 MPa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

#### Mano d'attacco per il collegamento della membrana impermeabile con la sovrastante pavimentazione

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo ( $T \geq 453$  K) in ragione di circa 0,8 kg/m<sup>2</sup> e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso) salvo diverse disposizioni progettuali.

#### Modalità di applicazione

Si provvederà, al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto, alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra 0,20 e 0,25 kg/m<sup>2</sup>.

Tale stesa si dovrà estendere a tutta la superficie interna dei cordoli ed anche sulla superficie orizzontale degli stessi, qualora essi non siano già stati protetti con guaine bituminose per effettuare il montaggio dei parapetti New Jersey prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretano elastomerica mediante idonee apparecchiature automatate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa. L'impermeabilizzazione deve essere continua ed omogenea su tutta la superficie superiore dell'impalcato, compresi i cordoli nella parte verticale interna, nella superficie orizzontale e con piccolo risvolto (3-5 cm) sul paramento verticale esterno.

Anche eventuali canalette per cavi devono essere integralmente rivestite come le superfici esposte dei cordoli.

La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di 3,4-3,6 kg/m<sup>2</sup> (spessore secco 3,0 mm) tale da garantire un'elevata protezione all'azione delle acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo). La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K.

Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature  $\geq 293$  K, dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di 0,8 kg/m<sup>2</sup>.

Detto materiale dovrà essere spruzzato anche sulla parte verticale interna dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

**Manto di impermeabilizzazione realizzato, mediante cappa di mastice di asfalto**

Materiali

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte sarà realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto colato di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

- il legante previo idoneo primer compatibile con il legante utilizzato, dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40-50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali, quali il Selenitza o gomme termoplastiche, del tipo E le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela degli inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel Filler asfaltico. Il bitume 40-50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra -0,1 e +0,1 calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

in cui:

v = log 800 - log penetrazione a 298 K

u = temperatura di P.e.A in K detratti 298 K

- Filler:  
dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 mm UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 mm UNI. (ASTM n. 200, granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30÷35% in peso sullo miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40-50/filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, abbia un punto di rammollimento P.A. almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

- Sabbia:  
dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 mm UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 mm UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela di inerti;

- Miscela finale:  
la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 ed il 23%.  
Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre un'eccedenza compresa tra il 5 ed il 7% ( $V_b - V = 5-7$  in cui  $V_b$  è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa potrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi i primer, in modo che su di essi possano essere effettuati preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato

La confezione del mastice di asfalto colato sarà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie debba essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

#### 1^ procedura

- d) Premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 483÷503 K.
- e) Aggiunta del bitume nella corretta percentuale preventivamente portato alla temperatura di 423÷433 K.
- f) Mescolazione dell'impasto per almeno 5 min.
- g) Scarico dell'impasto in un'apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore.
- h) Mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473÷483 K, al fine di ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.

#### 2^ procedura

- a) Introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso e miscelazione alla temperatura di 473 K, per almeno 30 min, fino ad ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.
- b) Aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473÷483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori; in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non sia fatta sul luogo della stesa, il trasporto del mastice sarà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

#### Modalità di applicazione

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane ed asciutte, esenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia; prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere ad un'accurata pulizia dell'impalcato, mediante bocciardatura eseguita con idonea macchina avente potenza non inferiore ad 80 CV, spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a giudizio della Direzione Lavori, da emulsione bituminosa al 50÷55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358÷363 K), in opportuni solventi selettivi di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed un'elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 kg/m<sup>2</sup> salvo diverse prescrizioni progettuali. Sul primer sarà posto in opera, dopo evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K ( $\pm 24$  K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con fratazzi di legno. La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque, quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K. Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta dovranno essere portate a livello, affinché le stesse non si ripercuotano sulla cappa.

In seguito, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione, a discrezione della Direzione Lavori, si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata; successivamente si procederà con la stesa della pavimentazione definitiva.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato di conglomerato bituminoso, all'atto della stesa non sia inferiore a 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4÷5 mm, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>. La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

**Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non-tessuto**

### Materiali

Il manto impermeabile continuo sarà costituito dai seguenti materiali:

- Primer, dovrà essere impiegato bitume con modifica tipo "soft" spruzzato a caldo a temperature non inferiori a 453 K ( $\pm 18$  K), le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Legante, sarà costituito da bitume modificato con polimeri di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Armatura, sarà costituita da tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene coesionato mediante agugliatura meccanica, calandrato e stabilizzato ai raggi UV. Le caratteristiche del geotessuto dovranno essere:
  - peso del tessuto non tessuto  $\geq 300$  gr/m<sup>2</sup>;
  - resistenza alla rottura per trazione e allungamento a rottura, a 293 K non inferiore a 400 N (ASTM-D1682);
  - allungamento a rottura 5,5% (ASTM-D 1682);
  - perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

### Modalità esecutive

Si provvederà al fine di garantire una perfetta adesione tra manto impermeabile e supporto, alla stesa del primer applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

Sulla superficie così pretrattata sarà realizzato il manto impermeabile costituito da un'armatura di tessuto non tessuto applicato sulla mano di legante stesa in precedenza, nella quantità di 1,0 - 1,5 kg/m<sup>2</sup>, salvo diversa prescrizione progettuale, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Successivamente, dopo la stesa del tessuto non tessuto, sarà applicata una seconda mano di legante.

La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

### **Manto di impermeabilizzazione continuo, realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armate con geotessile non tessuto in poliestere**

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

### Materiali

- Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.
- La massa bituminosa della guaina sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A.  $\geq 423$  K;
- punto di rottura Frass 258 K;
- penetrabilità DOW a 288 K (con peso 100 g a 289 K) 20÷30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

L'armatura delle guaine sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo agglomerato mediante agugliatura.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114)  $\geq 300$  g/m<sup>2</sup>
- resistenza a trazione su striscia di 5 cm (UNI 8639)  $\geq 18$  kN/m
- allungamento (UNI 8639)  $\geq 60\%$
- lacerazione (UNI 8279/9)  $\geq 0,5$  kN
- punzonamento (UNI 8279/9)  $\geq 3$  kN
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi;
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.
- Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5 mm dalla superficie a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202/7):
- guaina di spessore non minore di 5 mm  $\geq 5,500$  kg
- guaina di spessore non minore di 4 mm  $\geq 4,500$  kg
- resistenza a trazione (UNI 8202/8):
- longitudinale  $\geq 18$  kN/m

- trasversale  $\geq 16$  kN/m
- resistenza a lacerazione (UNI 8202/9):
- longitudinale 0,16 kN
- trasversale 0,17 kN
- punzonamento statico (UNI 8202/11):
- classe di resistenza/carico supportato su sfera diam. 10 mm
- su supporto rigido  $Ps_{4/>} > 25$  kg
- su supporto non rigido  $Ps_{4/>} > 25$  kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 263 K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16)  $< 1$  mm
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21)  $> 100$  kPa

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

#### Modalità di posa in opera

Eseguiti gli interventi preparatori descritti al punto 23.0 seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito da bitumi di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso), applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m<sup>2</sup>, salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta, quando la temperatura media diurna dell'aria sia superiore ai 283 K.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Nel caso invece di guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, sarà posta in opera previa spalmatura, su primer di attacco alla soletta, di 1 kg/m<sup>2</sup> di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

In ambedue i casi la loro adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

#### **Con membrane prefabbricate a base bituminosa**

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro.

La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403÷413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2÷3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/m<sup>2</sup> in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m<sup>2</sup>;
- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m<sup>2</sup>.

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina gofrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina gofrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.

Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m<sup>2</sup>; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m<sup>2</sup>.

Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.

Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

#### **Con fogli di PVC o di gomma sintetica (Hypalon)**

L'impermeabilizzazione è costituita da fogli in PVC o in gomma sintetica (Hypalon), come da scelte progettuali, dello spessore di 1,2÷1,3 mm, posti in opera con giunti sovrapposti per almeno 10 cm e saldati ad aria calda o mediante solvente. Le operazioni di saldatura dovranno essere realizzate in tre fasi: puntatura dei teli; formazione di un primo cordone di saldatura; saldatura definitiva a tenuta idraulica ottenuta mediante un secondo cordone di saldatura.

I fogli in PVC (cloruro di polivinile), plastificato e stabilizzato ai raggi ultravioletti, saranno armati con tessuto in poliestere o fibra di vetro.

I fogli in gomma sintetica (Hypalon), da porre in opera, previa impregnazione del sottofondo con appositi adesivi, dovranno essere accoppiati con un feltro in fibra sintetica dello spessore di 0,4 mm.

I manti dovranno essere risvoltati, fissandoli sul coronamento perimetrale con profilati estrusi in alluminio di adeguata sezione e sagomati per farli aderire alla struttura sottostante; l'acqua meteorica sarà convogliata ai pluviali mediante pezzi speciali saldati e muniti di griglie parafoglie; particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione dei raccordi con le strutture emergenti dal manto (lucernari, canne fumarie ecc.) utilizzando opportuni collari.

Sarà inoltre onere dell'Impresa procedere a prove di tenuta dei giunti.

#### **Con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso**

Il manto è costituito da un primo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m<sup>2</sup>; una barriera antivapore in poliestere di spessore  $\geq 0,5$  mm; un secondo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m<sup>2</sup>; uno strato coibente dello spessore complessivo di 50 mm a doppio ordine di pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 35 kg/m<sup>3</sup> posti in opera a giunti sfalsati; uno strato impermeabile in PVC dello spessore di 1,5 mm, rinforzato con tessuto in poliestere o velo in fibra di vetro e stabilizzato ai raggi UV.

#### **Barriera antivapore**

La barriera antivapore sarà ottenuta mediante fogli di polietilene dello spessore  $\geq 0,5$  mm; avrà giunti sovrapposti per almeno 10 cm che saranno sigillati con nastro biadesivo o sistemi equivalenti.

#### **Geotessile**

Lo strato separatore sarà realizzato in geotessile del peso minimo di 300 g/m<sup>2</sup>, in fibre di poliestere a filo continuo aventi le caratteristiche riportate nell'Art. 2.

Sarà fissato al piano di posa mediante punti di bitume e i giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

#### **Impermeabilizzazioni vasche**

Le impermeabilizzazioni del fondo e delle pareti interne delle vasche in c.a. di accumulo dell'acqua saranno realizzate con applicazione di vernice monocomponente a base di clorocaucciù data in tre mani per uno spessore complessivo non inferiore a 0,3 mm, previa preparazione del fondo effettuata mediante sabbiatura e stuccatura delle eventuali lesioni o cavillature.

### *Art. 25 – Murature*

#### **Norme generali**

I tipi e gli spessori delle murature sono quelli indicati in progetto.

I laterizi, il pietrame ed i blocchetti in calcestruzzo dovranno essere bagnati all'atto dell'impiego fino a sufficiente saturazione.

Dovranno essere messi in opera in corsi regolari con commessure ben riempite di malta.

Prima di dare inizio alla esecuzione delle murature dovrà essere richiesto il benestare della Direzione Lavori sulla idoneità del piano d'appoggio.

Murature nelle quali dovesse riscontrarsi l'impiego di materiali scadenti o difetti d'esecuzione saranno rifiutate, restando a carico dell'Impresa l'onere per la demolizione e il successivo rifacimento.

Dovrà essere curato in ogni particolare l'esecuzione di spigoli, sguinci, spalle, mazzette, strombature, incassature, immorsature, canne, piattabande, pilastri, pilastrini, lesene, ecc..

Dovranno essere lasciati i necessari fori, tracce, incavi, canalizzazioni per il passaggio e l'installazione d'impianti d'ogni tipo e degli scarichi, per la posa in opera dei controtelai di norma in legno d'abete e degli infissi, per gli ancoraggi di strutture, per i rivestimenti e per quant'altro sia posto in opera dopo l'esecuzione delle murature.

Quanto sopra allo scopo di evitare lo scalpellamento o la demolizione anche parziale della muratura, il cui onere in ogni caso deve ritenersi a totale carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà adottare i provvedimenti ritenuti più opportuni per proteggere le murature dal gelo nel periodo invernale.

Le dosature dei materiali componenti le malte dovranno essere eseguite con mezzi capaci d'esatta misurazione che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici.

Gli impasti dovranno essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato.

I residui impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego, dovranno essere portati a rifiuto.

#### **Murature di mattoni**

I mattoni, all'atto dell'impiego dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.

Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le commessure alternate in corsi regolari; saranno posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le commessure.

La larghezza delle commessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 0,5 cm.

Si dovrà iniziare e proseguire la costruzione in modo uniforme, onde assicurare collegamenti perfettamente addentellati e solide immorsature tra le varie parti, evitando la formazione di eccessive sporgenze.

La malta di allettamento avrà classe di resistenza a 28 d  $\geq 28/35$  MPa e sarà dosata con minimo 400 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento  $\leq 0,5$  che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto

dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante. La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione. Per la muratura da eseguirsi a paramento a vista, si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura, a spigoli vivi, meglio formati, di colore uniforme, da disporre con perfetta regolarità di piani a ricorrenze ed alternando con precisione i giunti verticali.

I laterizi dovranno essere conformi a quanto previsto nell'art. 2 delle presenti Norme.

#### **Murature di laterizi pieni e forati per fabbricati**

I laterizi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, legati con malta bastarda composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m<sup>3</sup> di sabbia, resistenza media a compressione  $\geq 5$  MPa, in corsi regolari con commessure di larghezza non superiore a 1 cm né inferiore a 0,5 cm.

Si dovrà iniziare e proseguire la costruzione in modo uniforme, onde assicurare collegamenti perfettamente addentellati e solide immorsature tra le varie parti, evitando la formazione di eccessive sporgenze.

Nel caso delle murature in laterizi forati, dovranno essere impiegati mattoni pieni per l'esecuzione di mazzette, sguinci, angoli.

#### **Murature a faccia-vista per fabbricati**

Le murature da eseguire a «faccia vista» dovranno iniziare almeno 20 cm al di sotto del piano finito del marciapiede o della pavimentazione esterna.

Dovranno usarsi mattoni stampati (pressati) con facce a vista sabbiolate, di prima scelta, integri, con tagli e spigoli netti, di colore uniforme.

Le commessure, perfettamente orizzontali, dovranno essere eseguite inserendo in corso d'opera un tondino  $\phi=8$  mm, da togliere una volta eseguito il ricorso.

Tutti i giunti saranno stilati con malta di cemento.

Si dovrà porre la massima cura nella suddivisione dei ricorsi in modo tale che l'ultimo vada a combaciare esattamente contro le travi o i cordoli superiori e che i giunti verticali, perfettamente allineati secondo disegni, risultino con mezza bugna alternata in corrispondenza di angoli e di mazzette.

Quando previsto in progetto, le piattabande di porte e finestre dovranno essere eseguite con mattoni posti a coltello.

#### **Murature ad intercapedine per fabbricati**

Saranno costituite come segue:

- **in laterizi:** parete esterna dello spessore di una testa; parete interna in foglio;
- **in blocchetti forati di conglomerato di argilla espansa:** dosati a 200 kg di cemento tipo 42,5, parete esterna dello spessore di 12 cm; parete interna di 8 cm;

legate con malta bastarda, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m<sup>3</sup> di sabbia, resistenza media a compressione  $\geq 5$  MPa.

La tipologia dei materiali impiegati e la larghezza dell'intercapedine tra le pareti esterne ed interne sono quelli indicati in progetto.

In corrispondenza degli angoli, delle spalle di porte e finestre, degli incroci con strutture di spina, la muratura dovrà essere piena per una lunghezza minima pari ad una volta e mezzo gli spessori.

Detto provvedimento, con muratura piena, dovrà inoltre essere adottato come collegamento tra il tamponamento esterno e quello interno, ogni qualvolta la lunghezza della intercapedine dovesse superare 2 m e dove indicato nei disegni esecutivi.

#### **Murature in blocchetti forati prefabbricati, per fabbricati**

- a) **Blocchetti in calcestruzzo di cemento vibrocompresso legati con malta bastarda**, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m<sup>3</sup> di sabbia, resistenza media a compressione  $\geq 5$  MPa: di tipo normale, da ricoprire con intonaco; di tipo impermeabilizzato mediante additivazione del calcestruzzo, da lasciare a faccia vista con giunti stuccati e stilati a cemento, con anche la malta legante additivata con idrorepellente.
- b) **Blocchetti in conglomerato di argilla espansa, del tipo strutturale di densità 600-650 kg/m<sup>3</sup>, dosato a 200 kg di cemento tipo 42,5 per metro cubo di impasto, legati con malta bastarda**, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m<sup>3</sup> di sabbia, resistenza media a compressione  $\geq 5$  MPa: di tipo normale o impermeabilizzati, come descritto al precedente punto a).

Quando previsto in progetto, i fori verticali dei blocchetti dovranno essere intasati con calcestruzzo di tipo II con classe di resistenza  $\geq 20/25$  MPa ed eventualmente armati con ferri tondi; la muratura sarà provvista di armatura orizzontale mediante l'inserimento, a ricorsi alterni, di scalette in acciaio costituite da ferri longitudinali e ferri trasversali intervallati tra loro.

Le murature da eseguire a «faccia vista» dovranno iniziare almeno 20 cm al di sotto del piano finito del marciapiede o della pavimentazione esterna.

Le commessure, perfettamente orizzontali, dovranno essere eseguite inserendo in corso d'opera un tondino  $\phi=8$  mm, da togliere una volta eseguito il ricorso.

Tutti i giunti saranno stilati con malta di cemento.

Si dovrà porre la massima cura nella suddivisione dei ricorsi in modo tale che l'ultimo vada a combaciare esattamente contro le travi o i cordoli superiori e che i giunti verticali, perfettamente allineati secondo disegni, risultino con mezza bugna alternata in corrispondenza di angoli e di mazzette.

Quando previsto in progetto, le piattabande di porte e finestre dovranno essere eseguite con mattoni posti a coltello.

#### **Murature di pietrame a secco**

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda.

Le pietre saranno collocate in opera in modo 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 commessure 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.

Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione Lavori l'Impresa dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

#### **Murature di pietrame e malta**

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiori a 25 cm in senso orizzontale, 20 cm in senso verticale e 30 cm di profondità.

Per i muri di spessore 40 cm si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, lavate.

Nella costruzione della muratura le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio.

La malta avrà classe di resistenza a 28 d  $\geq 25/30$  MPa e sarà dosata con minimo 350 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento  $\leq$  a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione.

Nel paramento ad opera incerta, il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana.

Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm.

Nel paramento a mosaico greggio, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

La muratura a corsi regolari dovrà progredire a strati orizzontali da 20 a 30 cm di altezza con pietre disposte in modo da evitare la corrispondenza delle commessure verticali fra due corsi immediatamente sovrastanti. In tutte le specie di paramento, la sigillatura dei giunti dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessioni fino a conveniente profondità per purgarle della malta e delle materie estranee, lavandole a grande acqua e riempiendo poi le commessure stesse con nuova malta, curando che questa penetri bene comprimendola e liscinandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei corsi sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Nelle facce viste saranno impiegate pietre lavorate secondo il tipo di paramento prescritto e nelle facce contro terra saranno impiegate pietre sufficientemente piane e rabboccate con malta in modo da evitare cavità.

Nelle murature contro terra saranno lasciate apposite feritoie secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

#### **Muratura in pietra da taglio**

Prima di cominciare i lavori l'Impresa dovrà preparare a sua cura e spesa, i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli, per l'approvazione, alla Direzione Lavori.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fine.

Non saranno tollerate né smussature a spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.

La pietra da taglio che presentasse tali difetti sarà rifiutata e l'Impresa sarà in obbligo di farne l'immediata sostituzione, sia che le scheggiature od ammanchi si verificino al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo. Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei

particolari di progetto ed alle istruzioni che, all'atto della esecuzione, fossero eventualmente date dalla Direzione Lavori. Inoltre, ogni concio dovrà essere lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originali letti di cava. Per la posa si potrà fare uso di zeppe da togliere immediatamente quando la malta rifluisca nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La malta di allettamento avrà classe di resistenza a 28 d  $\geq 28/35$  MPa e sarà dosata con minimo 400 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento  $\leq$  a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione. Occorrendo, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di bronzo saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

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

#### **Muratura in pietrame e conglomerato cementizio**

La muratura di conglomerato cementizio con paramento esterno in pietrame sarà realizzata con conglomerato cementizio di tipo II, avente classe di resistenza  $\geq 28/35$  MPa per quanto concerne il paramento interno, mentre il paramento esterno realizzato in pietrame dello spessore medio di 20 cm, ben ammorsato nel conglomerato cementizio retrostante, sarà eseguito con caratteristiche riportate negli art. 21.3 o 21.4 in relazione alle disposizioni progettuali.

#### *Art. 26 – Intonaci*

Gli intonaci possono essere del tipo:

- Intonaco rustico tirato in piano a fratazzo fino, su murature di qualsiasi forma e tipo e su soffitti, eseguito con due strati di malta dosata a 400 Kg di calce idraulica per metro cubo di sabbia;
- Intonaco civile interno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, eseguito in due strati; con malta dosata a 400 kg di calce idraulica per metro cubo di sabbia e rifinito con malta di calce fina (grassello) o con malta dosata a 400 kg di cemento per metro cubo di sabbia, rifinito a fratazzo fino;
- Intonaco civile interno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, dello spessore non inferiore a 7 mm, eseguito a mano e o a macchina con malta premiscelata composta da calce, gesso, perlite ed additivi;
- Intonaco civile esterno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, eseguito in due strati: con malta bastarda dosata a 250 kg di calce idraulica e 250 kg di cemento per metro cubo di sabbia e rifinito a fratazzo fino, o con malta dosata a 350 kg di cemento per metro cubo di sabbia, ambedue rifiniti a fratazzo fino;
- Intonaco ignifugo a superficie rasata eseguito con malta composta da 1 m<sup>3</sup> di vermiculite, 250 kg di cemento tipo 42,5 e 1 kg di VICSOL aerante o equivalente.

L'esecuzione degli intonaci sarà preceduta da bagnatura ed accurata preparazione delle superfici mediante rimozione di grumi di malta, scarnitura delle commessure fino a conveniente profondità, ripulitura delle pareti e rinzafo delle irregolarità più salienti.

Non dovranno essere di norma eseguiti in periodi di temperature troppo rigide od elevate; dovrà essere presa ogni precauzione necessaria a proteggerli dagli agenti atmosferici di qualsiasi genere, quando questi siano tali da pregiudicare la normale presa della malta.

Salvo prescrizioni particolari, l'esecuzione sarà con angoli e spigoli a filo vivo, perfettamente a "piombo", con quadro perfetto tra soffitti e pareti e con superfici prive di ondulazioni, irregolarità, peli, screpolature od altri difetti.

Gli intonaci che non presentassero la necessaria aderenza alle murature dovranno essere demoliti e rifatti a cura e spese dell'Impresa.

Prima dell'esecuzione degli intonaci si predisporranno opportune fasce, eseguite sotto regoli di guida, in numero sufficiente per ottenere intonaci perfettamente piani; sarà applicato quindi un primo strato di malta gettata con forza in modo che penetri in tutti gli interstizi e li riempia.

Quando il primo strato avrà ottenuto una leggera presa si applicherà su di esso un secondo strato che sarà regolarizzato con regolo e fratazzo.

Quando l'intonaco deve essere applicato sull'intradosso di solai e su strutture in conglomerato cementizio si dovrà eseguire, preliminarmente, un primo leggero rinzafo con malta fluida di cemento, cui seguiranno le operazioni descritte in precedenza.

Gli intonaci civili interni ed esterni saranno rifiniti con malta fina tirata a fratazzo.

Tutti gli spigoli degli intonaci interni dovranno essere protetti da paraspigoli fino all'altezza di 1,50 m.

Gli intonaci ignifughi dello spessore previsto in progetto saranno eseguiti con la stessa metodologia degli altri intonaci, stendendoli in strati successivi fino ad ottenere gli spessori richiesti.

#### **Intonaci eseguiti a mano**

L'intonaco a mano sarà eseguito in doppio strato fresco su fresco per uno spessore complessivo di 20 mm, dosato a 500 Kg di cemento normale (di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia.

**Intonaci eseguiti a spruzzo (gunita)**

Prima di applicare la gunita su pareti in conglomerato cementizio degradate, l'Impresa avrà cura di eseguire la sabbatura ad aria compressa ed un efficace lavaggio con acqua in pressione.

La malta sarà di norma composta di 500 kg di cemento (di tipo IV 32,5 o 32,5R) per metro cubo di sabbia salvo diverse prescrizioni.

Il dosaggio dei componenti deve essere fatto a peso.

L'acqua proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate nelle presenti Norme.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà essere superiore a 0,45.

Allo scopo di realizzare un intonaco impermeabile si farà costantemente uso di additivi acceleranti di presa e fluidificanti, del tipo e nella quantità approvate dalla Direzione Lavori.

Le sabbie da impiegare nell'impasto saranno di natura silicea, lavate e vagliate, scevre da limo ed ogni altra impurità.

La granulometria sarà compresa nel seguente fuso avente andamento continuo ed uniforme:

| Serie crivelli e setacci UNI | Passante % totale in peso |
|------------------------------|---------------------------|
| crivello 10                  | 100                       |
| crivello 5                   | 98÷88                     |
| setaccio 2                   | 73÷63                     |
| setaccio 0,4                 | 32÷22                     |
| setaccio 0,18                | 13÷3                      |

L'intonaco avrà di norma spessore di 35 mm e sarà eseguito in tre strati: il primo strato del tipo boiaccia servirà a preparare la superficie per accogliere lo strato successivo, mentre il terzo strato sarà di spessore tale da portare la gunita ai prescritti 35 mm.

Potrà essere prevista l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio che saranno fissate al supporto mediante chiodatura, di caratteristiche come indicate in progetto.

Quando l'intonaco fosse eseguito in gallerie e si verificassero delle venute d'acqua dovranno essere predisposte, prima della gunitatura, opportune canalette di captazione.

**Prove e controlli di laboratorio**

A discrezione della Direzione Lavori saranno prelevati campioni di sabbia stoccata a piè d'opera per il controllo granulometrico.

Essa, al momento della posa in opera dovrà essere ben asciutta ai fini di ottenere un buon impasto al momento dell'applicazione.

Saranno prelevati campioni di gunita sulla parete (dopo aver completato il ciclo degli strati) per il controllo della percentuale di acqua, della percentuale di cemento e della curva granulometrica, cospargendo il campione di alcool fino a coprire il prelievo.

Inoltre, durante la posa in opera della miscela saranno prelevati campioni della stessa spruzzandola entro apposite cubettiere con getto normale al fondo dei contenitori; la superficie sarà rasata e fratazzata. La maturazione dei provini avverrà in camera climatica.

La frequenza dei prelievi e il numero dei campioni sarà indicato dalla Direzione Lavori.

Le prove di rottura a compressione a ventotto giorni dovranno dare una classe di resistenza non inferiore a 35/40 MPa.

*Art. 27 – Tinteggiature*

**Norme generali**

Prima dell'esecuzione di qualsiasi opera di tinteggiatura e verniciatura, le superfici da trattare dovranno essere oggetto, adeguatamente a ciascun tipo, di una idonea ed accurata preparazione.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire campioni per i vari tipi di finiture per la verifica della rispondenza dei colori a quelli di progetto.

Tinteggiature e verniciature, quando specificatamente previsto, saranno completate con filettature, fascette e zoccolini.

Le mani dovranno essere date a passate incrociate; per le verniciature, le varie mani saranno eseguite in colore o tonalità diverse in modo tale che sia possibile il controllo del numero di mani applicate.

Non saranno assolutamente accettate vernici non rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, addebitando all'Impresa, in qualsiasi stadio dei lavori, l'asportazione e la sostituzione delle verniciature eseguite che non risultassero idonee.

Le tinteggiature e verniciature, con particolare riferimento a quelle su legno e su metallo, dovranno essere eseguite in condizioni di tempo asciutto, evitando eccessi di caldo o di gelo e non si dovrà mai procedere alla stesura di uno strato fino a che il precedente non sia perfettamente essiccato.

Si riterranno inoltre a totale carico dell'Impresa la pulitura, la riparazione o il risarcimento di eventuali danni arrecati da spruzzi o macchie su qualsiasi superficie finita, poiché rientra nei suoi obblighi l'adozione preliminare di ogni precauzione atta ad evitarli.

### **Tinteggiatura**

#### Tinteggiatura a tempera

La tinteggiatura di pareti e soffitti sarà eseguita con pittura a tempera data in tre mani, previa adeguata preparazione del sottofondo che dovrà essere regolarizzato e liscio mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario.

#### Tinteggiatura con idropittura

- tinteggiatura di pareti (per interni):

con pittura emulsionata opaca lavabile a base di resine vinilacriliche disperse in acqua, con 50÷60% di veicolo avente residuo secco non inferiore al 30% e 40÷50 di pigmento costituito da biossido di titanio per almeno il 50%.

Lo spessore della pellicola per ciascuna mano non dovrà risultare inferiore a 0,025 mm.

Data in due mani previa preparazione del sottofondo che dovrà essere regolarizzato e liscio mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario compresa l'applicazione di uno strato di isolante inibente.

- tinteggiatura per esterni:

si dovrà impiegare idropittura a base di resine vinilacriliche disperse in acqua con 55÷60% di veicolo avente residuo secco non inferiore al 50% e 40÷45% di pigmento costituito da biossido di titanio rutilo per almeno il 65%.

Lo spessore di ogni mano non dovrà risultare inferiore a 0,035 mm.

Data in due mani previa preparazione del sottofondo mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario compresa l'applicazione di uno strato di isolante inibente.

Se previsto in progetto, sopra la tinteggiatura esterna, sarà applicata una mano di vernice trasparente idrorepellente siliconica a solvente, data a pennello o a spruzzo.

#### Verniciatura di pareti in muratura

Le pareti interne in muratura saranno finite con due mani di smalto poliuretano, previa preparazione del sottofondo e spolveratura delle superfici, di colore e modalità indicate in progetto; le pareti esterne saranno finite con una mano di vernice trasparente idrorepellente siliconica a solvente su faccia vista o intonacata e tinteggiate.

#### Verniciature di strutture in acciaio

Tutte le strutture in acciaio (inclusi gli infissi) dovranno essere finite con uno dei cicli di verniciatura di seguito descritti, secondo le indicazioni progettuali.

I cicli di verniciatura saranno preceduti dalla preparazione del supporto mediante spazzolatura meccanica, o sabbiatura, o sgrassaggio.

#### Ciclo "A"

Per strutture non in vista o come preparazione a successivi trattamenti di protezione al fuoco.

Da applicare in superfici preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½ della SVENSK STANDARD SIS con l'avvertenza che i ritocchi da effettuare con primer epossidico allo zinco, dopo la posa in opera delle strutture e prima dell'applicazione della seconda mano, dovranno interessare tutte le superfici dalle quali sia stata asportata la prima manodato in officina, in corrispondenza di saldature e comunque in tutti i punti che si presentassero scoperti.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti, oltre alla mano di ritocchi; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

|                             | I MANO                       | RITOCCHI SULLA I MANO        | II MANO                  |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| TIPO DI VERNICE             | PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO | PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO | PITTURA EPOSSIDICA       |
| PESO SPECIFICO grammi/litro | ≥2600                        | ≥ 2600                       | ≥ 1400                   |
| COMPONENTI n.               | 2                            | 2                            | 2                        |
| SPESSORE DEL FILM mm        | ≥ 0,07                       | ≥ 0,07                       | ≥ 0,08                   |
| METODO DI APPLICAZIONE      | PENNELLO SPRUZZO AIRLESS     | PENNELLO SPRUZZO             | PENNELLO SPRUZZO AIRLESS |

#### Ciclo "B"

Per strutture in vista, preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½ della SVENSK STANDARD SIS, con la prima mano di antiruggine ed i ritocchi come al precedente Ciclo "A"; la seconda mano di pittura epossidica e la terza mano di smalto poliuretano date in opera; complessivamente il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti oltre alla mano di ritocchi; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

|                                | I MANO<br>DATA IN<br>OFFICINA     | RITOCCHI<br>SULLA<br>IMANO<br>DATA IN<br>OPERA | II MANO<br>DATA IN OPERA       | III MANO<br>DATA IN OPERA      |
|--------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|
| TIPO DI VERNICE                | PRIMER<br>EPOSSIDICO<br>ALLOZINCO | PRIMER<br>EPOSSIDICO<br>ALLO<br>ZINCO          | PITTURA<br>EPOSSIDICA          | SMALTO<br>POLIURETANICO        |
| PESO SPECIFICO<br>grammi/litro | ≥ 2600                            | ≥ 2600   | ≥ 1400                         | ≥ 1100                         |
| COMPONENTI<br>n.               | 2                                 | 2  | 2                              | 1 o 2                          |
| SPESSORE DEL FILM<br>mm        | ≥ 0,07                            | ≥ 0,07   | ≥ 0,08                         | ≥ 0,035                        |
| METODO<br>APPLICAZIONE         | DI PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS | PENNELLO<br>SPRUZZO                            | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS |

#### Ciclo "C"

Da applicare su superfici non in vista o come preparazione a successivi trattamenti di: protezione al fuoco; strutture portanti in acciaio zincato a caldo; lattoneria in lamiera di ferro zincato per converse, canali di gronda, tubazioni, foderature ecc.

Il ciclo comprende una sola mano di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche della mano:

|                                | I MANO                         |
|--------------------------------|--------------------------------|
| TIPO DI VERNICE                | PRIMER<br>EPOSSIDICO           |
| PESO SPECIFICO<br>grammi/litro | ≥ 1500                         |
| COMPONENTI<br>n.               | 2                              |
| SPESSORE DEL FILM<br>mm        | ≥ 0,08                         |
| METODO DI APPLICAZIONE         | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS |

#### Ciclo "D"

Da applicare su superfici in vista zincate a caldo o su superfici metalliche esistenti preparate mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura.

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

|                                | I MANO               | II MANO               | III MANO                |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| TIPO DI VERNICE                | PRIMER<br>EPOSSIDICO | PITTURA<br>EPOSSIDICA | SMALTO<br>POLIURETANICO |
| PESO SPECIFICO<br>grammi/litro | > 1500               | > 1400                | > 1100                  |
| COMPONENTI<br>n.               | 2                    | 2                     | 1 o 2                   |

|                         |                                |                                |                                |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| SPESSORE DEL FILM<br>mm | > 0,08                         | > 0,08                         | > 0,035                        |
| METODO DI APPLICAZIONE  | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS |

Ciclo "E"

Da applicare su lattaeria in lamiera di ferro nero per foderature, tubazioni, canali, ecc. e su pluviali in tubi di acciaio elettrosaldati, previa preparazione mediante sabbiatura.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

|                                | I MANO                         | II MANO                        |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| TIPO DI VERNICE                | PRIMER<br>EPOSSIDICO           | PITTURA<br>EPOSSIDICA          |
| PESO SPECIFICO<br>grammi/litro | > 1500                         | > 1400                         |
| COMPONENTI<br>n.               | 2                              | 2                              |
| SPESSORE DEL FILM<br>mm        | > 0,08                         | > 0,08                         |
| METODO DI APPLICAZIONE         | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS |

Ciclo "F"

Ciclo F/1

Da applicare su superfici non in vista preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2½.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

|                                | I MANO                             | II MANO                        |
|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| TIPO DI VERNICE                | PRIMER<br>EPOSSIDICO<br>ALLO ZINCO | PITTURA<br>EPOSSICATRAM<br>E   |
| PESO SPECIFICO<br>grammi/litro | > 2600                             | > 1400                         |
| COMPONENTI<br>n.               | 2                                  | 2                              |
| SPESSORE DEL FILM<br>mm        | > 0,07                             | > 0,15                         |
| METODO DI APPLICAZIONE         | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS     | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS |

Ciclo F/2

Da applicare su superfici non in vista zincate a caldo.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

|                                | I MANO               | II MANO                 |
|--------------------------------|----------------------|-------------------------|
| TIPO DI VERNICE                | PRIMER<br>EPOSSIDICO | PITTURA<br>EPOSSICATRAM |
| PESO SPECIFICO<br>grammi/litro | > 1500               | > 1400                  |
| COMPONENTI<br>n.               | 2                    | 2                       |
| SPESSORE DEL FILM<br>mm        | > 0,08               | > 0,15                  |

|                        |                                      |                                |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| METODO<br>APPLICAZIONE | DI<br>PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS | PENNELLO<br>SPRUZZO<br>AIRLESS |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|

### Verniciature di opere in legno

Tutte le opere in legno dovranno essere finite con i cicli di verniciatura di seguito descritti.

I cicli di verniciatura saranno preceduti dalla preparazione del supporto; tra la prima mano e quelle successive si dovrà procedere alla stuccatura, alla rasatura e alla carteggiatura.

### Ciclo "A" (ciclo opaco)

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti aventi le caratteristiche indicate nello specchio che segue:

|                                | I MANO   | II MANO  | III MANO  |
|--------------------------------|--|--|---|
| TIPO DI VERNICE                | FONDO<br>SINTETICO<br>IMPRIMITURA<br>BASE DI RESINA<br>ALCHIDICA | DI<br>SINTETICO<br>SATINATO<br>BASE DI RESINA<br>ALCHIDICA | A<br>SINTETICO<br>SATINATO<br>BASE DI RESINA<br>ALCHIDICA |
| PESO SPECIFICO<br>grammi/litro | > 1500   | > 1200   | > 1200  |
| COMPONENTI<br>n.               | 1  | 1  | 1   |
| SPESSORE DEL FILM<br>mm        | > 0,04   | > 0,04   | > 0,04  |
| METODO DI<br>APPLICAZIONE      | PENNELLO<br>SPRUZZO  | PENNELLO<br>SPRUZZO  | PENNELLO<br>SPRUZZO                                       |

### Ciclo "B" (ciclo trasparente)

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti aventi le caratteristiche indicate nello specchio che segue:

|                                | I MANO   | II MANO   | III MANO  |
|--------------------------------|--|---|---|
| TIPO DI VERNICE                | FONDO TRASP. A<br>BASE DI RESINE<br>SINTETICHE, OLI<br>ESSICCATIVI E<br>FUNGHICIDI | FINITURA TRASP.<br>SATINATA A BASE<br>DI RESINE<br>ALCHIDICHE | FINITURA TRASP.<br>SATINATA A BASE<br>DI RESINE<br>ALCHIDICHE |
| PESO SPECIFICO<br>grammi/litro | > 850  | > 880   | > 880   |
| COMPONENTI<br>n.               | 1  | 1   | 1   |
| SPESSORE DEL FILM<br>mm        | > 0,04   | > 0,04  | > 0,04  |
| METODO DI APPLICAZIONE         | PENNELLO<br>IMMERSIONE   | O<br>PENNELLO   | PENNELLO  |

### **Protezione al fuoco**

#### Con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente a base acquosa (esente da solventi) atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno. Applicata a più mani, a pennello o a spruzzo, nelle quantità e con gli spessori sottoindicati, secondo le classi di protezione richieste, come da prescrizioni specificate nella circolare del Ministero dell'Interno n. 91 del 4/9/1961 e successivi aggiornamenti, gli spessori e le classi di protezione saranno le seguenti:

- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 60 min, sarà applicato un quantitativo di pittura pari a 1,7÷1,8 kg/m<sup>2</sup> dato in 3÷4 mani, pari ad uno spessore finito di 0,8 mm;
- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 120 min, sarà applicato un quantitativo di pittura pari a 2,9÷3,0 kg/m<sup>2</sup> dato in 4÷5 mani, pari ad uno spessore finito di 1,35 mm.

La pittura sarà applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; o su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiate a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2½ e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm.

#### Con strato di fibre minerali miscelate con cemento e collante

Copertura di strutture in acciaio, in calcestruzzo o in muratura mediante spruzzatura di uno strato costituito da fibre minerali di lana di roccia sfibrate, esenti da amianto e silice libera miscelate con cemento e collante vinilico negli spessori sottoindicati, atti a garantire:

- resistenza al fuoco di classe 90 min: spessore di 10 mm;
- resistenza al fuoco di classe 120 min: spessore di 15 mm;
- resistenza al fuoco di classe 180 min: spessore di 20 mm.

La copertura dovrà eseguirsi con impiego di idonea attrezzatura comprendente: tramoggia rotativa, sfibratore a pettine, booster a secco ecc. e applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiare a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2½ e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm; su strutture in calcestruzzo o in muratura adeguatamente preparate mediante bagnatura con acqua e collante in pressione.

*Art. 28 – Opere a verde*

**Generalità**

Le presenti Norme regolano l'esecuzione:

- delle opere in verde per l'inserimento dell'opera nel paesaggio; della sistemazione a verde, nelle aree progettualmente previste, delle stazioni, delle aree di servizio e di parcheggio, dei punti singolari, dei reliquati, della banchina centrale spartitraffico;
- degli eventuali lavori preliminari per la preparazione delle zone d'impianto;
- dei lavori di manutenzione degli impianti a carico dell'Impresa fino al completo attecchimento delle piante, comprensivi delle sostituzioni delle essenze arboree per le eventuali fallanze.

**Caratteristiche dei vari materiali**

a) Terreno vegetale

Il terreno da fornire per il ricarico, la livellazione e le riprese d'aree destinate agli impianti, per il riempimento dell'aiuola centrale spartitraffico tradizionale od allestita con doppio N.J., dovrà essere a reazione neutra e quindi possedere un pH dell'estratto acquoso compreso fra 6,8 e 7,2.

Solo per questo parametro possono valere delle specificazioni diverse in ordine a particolari esigenze di pH per alcune specie vegetali.

Le caratteristiche tessiturali dovranno essere quelle di un terreno di "medio impasto" o "franco" o "terra a tessitura equilibrata" che si compone, in via indicativa, di:

|                | <i>Diametro</i> | <i>(%)</i> |
|----------------|-----------------|------------|
| <i>sabbia</i>  | 2 - 0,02 mm     | 35 - 55    |
| <i>limo</i>    | 0,02 - 0,002 mm | 25 - 45    |
| <i>argilla</i> | < 0,002 mm      | 10 - 25    |

e di una frazione trascurabile d'elementi con diametro compreso fra i 2 e i 20 mm (scheletro).

I parametri chimici che devono essere sempre analizzati, dovranno invece possedere i "valori normali" che vengono di seguito indicati.

| <b>Analisi chimica</b>   | <b>Valori "normali"</b>                       |
|--|---|
| <i>reazione</i>  | pH = 6,8 - 7,3                                |
| <i>calcare totale</i>  | -   |
| <i>calcare attivo (%)</i>  | -   |
| <i>sostanza organica</i>   | 2 %   |
| <i>azoto totale</i>  | N = 1,5 - 2 %                                 |
| <i>fosforo assimilabile</i>  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 50 - 80 ppm * |
| <i>potassio scambiabile</i>  | K <sub>2</sub> O = 100 - 200 ppm *            |
| <i>magnesio scambiabile</i>  | 50 - 100 ppm                                  |
| <i>ferro assimilabile</i>  | 2,5 ppm                                       |
| <i>manganese assimilabile</i>  | 1,0 ppm                                       |
| <i>zinco assimilabile</i>  | 0,5 ppm                                       |
| <i>rame assimilabile</i>   | 0,2 ppm                                       |
| * Per il fosforo e il potassio alcuni laboratori esprimono i risultati in termini di P e K Tali risultati possono essere trasformati nei corrispondenti P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O moltiplicandoli rispettivamente per 2,3 e 1,2 |   |

I "valori normali" della sostanza organica, del fosforo e del potassio definiscono le "sufficienze" per le colture arboree, ma possono anche variare per delle specifiche esigenze. Il calcare va considerato sia nel totale che come calcare attivo (in soluzione) in quanto influisce negativamente sull'assorbimento del ferro e dei fertilizzanti fosfatici (per retrogradazione). Le deficienze riscontrate fra i dati dell'analisi ed i "valori normali", dovranno essere corrette con la somministrazione d'ammendanti e/o concimi secondo la risultanza d'appropriati calcoli.

La concimazione organica di base può essere effettuata in alternativa con letame maturo, con humus o con sottoprodotti organici come lettiere sfruttate nella coltivazione artificiale dei funghi, da scarti di lavorazione animale (cuoiattoli, cornunghia, ecc.), dell'industria tessile (cascami di lana), di vinacce esauste, alghe, compost, ecc..

Per avere un quadro completo delle caratteristiche pedologiche sarà necessario sottoporre ad analisi, in numero adeguato, campioni di suolo che siano rappresentativi. È opportuno pertanto raccogliere campioni in punti diversi e per ciascun punto procedere al prelievo in:

- un solo orizzonte (0-200 mm) nel caso di rivestimenti erbacei;
- due diversi orizzonti (0-200 mm; 500-800 mm) nel caso d'impianti arbustivi e/o arborei.

I campioni prelevati ad una stessa quota ma in punti diversi devono essere mescolati in modo da ottenere un unico campione del peso indicativo di circa 2 kg. I campioni prelevati ed etichettati dovranno venire inviati a Laboratori Ufficiali per l'analisi fisico e chimica.

Si precisa inoltre che nel terreno vegetale non è ammessa la presenza di radici, d'altre parti legnose o di qualunque altro materiale o sostanza fitotossica.

### **Semine di prati**

La realizzazione del manto erboso potrà essere eseguita con metodo secco (semina manuale o meccanica) o con metodo umido (idrosemina con attrezzature a pressione).

- Metodo secco: l'Impresa è tenuta a provvedere alla preparazione del terreno su cui sarà eseguita la semina; questo dovrà risultare debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e finemente sminuzzato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà somministrare almeno 5 q/ha di concime binario (P - K) a titolo 18-20 e procedere alla semina del miscuglio, opportunamente mescolato, nel quantitativo e nelle specie previste dai documenti contrattuali. Successivamente il terreno dovrà essere sottoposto a leggera rastrellatura manuale o meccanica per favorire l'interramento del concime e del miscuglio, seguita da un'opportuna rullatura per la perfetta adesione dei materiali con il terreno.

Su pendii leggeri o superfici pianeggianti si può ricorrere alla semina meccanizzata.

A germinazione avvenuta, l'Impresa è tenuta a somministrare almeno 2 q/ha di concime azotato con titolo 15/16.

L'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelievamento di campioni e possa verificare la qualità e la quantità prescritta, restando comunque a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

- Metodo umido o idrosemina: in tutte le situazioni che per giacitura, per le insufficienti caratteristiche fisico-chimiche dei terreni e per la scarsa accessibilità, nelle quali è difficoltoso o sconsigliabile l'impiego del metodo secco, i documenti contrattuali prescriveranno l'idrosemina.

L'Impresa procederà al rivestimento di tali superfici mediante lo spargimento meccanico a mezzo d'idrosemiatrice a pressione, in grado di effettuare l'irrorazione a distanza, con diametro degli ugelli tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

Con l'idrosemina s'irrorerà una miscela in soluzione acquosa costituita da:

- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- miscela di sementi nel quantitativo e specie previsti nel progetto;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali;
- altri ammendanti e inoculi nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali.

La miscelazione dei componenti dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna, alla presenza della Direzione Lavori.

Anche per questo metodo, l'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare il prelievamento di campioni e possa verificarne la qualità e la quantità prescritta, restando in ogni modo a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

### *Art. 29 – Ripristini stradali*

#### **Generalità**

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2.5 %.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la DL, in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La DL potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso il Laboratorio Provinciale o presso altri Laboratori Ufficiali. L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.

Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2%.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

#### **Strati di fondazione**

##### **Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato**

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito.

Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o dalla Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

##### **Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi**

##### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- a) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

| Serie<br>crivelli e setacci UNI | Passante %<br>totale in peso |
|---------------------------------|------------------------------|
| crivello 71                     | 100                          |
| crivello 40                     | 75 - 100                     |
| crivello 25                     | 60 - 87                      |
| crivello 10                     | 35 - 67                      |
| crivello 5                      | 25 - 55                      |
| setaccio 2                      | 15 - 40                      |
| setaccio 0,4                    | 7 - 22                       |
| setaccio 0,075                  | 2 - 10                       |

- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;

- d) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

e) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

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

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR - UNI 10009) di cui al successivo comma.

f) indice di portanza CBR (CNR - UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

Inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 - 35;

g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978).

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà indicare per iscritto il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

Per il materiale proveniente da cave l'impresa dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti di accettazione mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

#### **Modalità esecutive**

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

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

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

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

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

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

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (CNR 69 - 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di \cdot Pc (100 - x)}{100 Pc - x di}$$

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

*di* = densità della miscela intera;

*Pc* = Peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

*X* = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

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

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

Il valore del modulo di deformazione (CNR 146 - 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0,25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa.

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

### **Fondazione in misto cementato confezionato in centrale**

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidi, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicate in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito superiore ai 20 cm o inferiore ai 10 cm.

#### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

##### **Inerti**

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a sette giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,75 mm.

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

- a) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971):

| Serie                  | Passante       |
|------------------------|----------------|
| crivelli e setacci UNI | 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         |

c) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) non superiore al 30% in peso;

d) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) compreso fra 30 - 60;

e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

##### **Legante**

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente il cemento con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione: orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

##### **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 (CNR 69 - 1978) con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

##### Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 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 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere 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 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 modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51±0,5 mm, peso pestello 4,535±0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (CNR 97 - 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (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 di ±15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### Requisiti di accettazione delle miscele

Le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n°5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR 69 - 1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in sito sarà determinata mediante 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 con l'applicazione della formula di trasformazione di cui punto 1.1.1.2 della presente sezione, oppure con 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 con 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 valore del modulo di deformazione (CNR- 146 - 1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

#### Modalità esecutive

##### Confezione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornamento nei predosatori eseguita con la massima cura.

#### Posa in opera

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibranti-gommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 e i 303 K.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego (ad esempio con teloni), sarà inoltre necessario provvedere ad un abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

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 della stesa; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere 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.

Appena completati il, costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

#### **Strato di base ( Tout Venant bitumato)**

##### **Generalità**

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

##### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

##### **Inerti**

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R. B.U. n. 34 (del 28-3-1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

#### Legante

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

| TABELLA BITUME  |        |               |
|---|--------|---------------|
| CARATTERISTICHE:  | UNITÀ  | VALORE        |
| Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s   | 0,1 mm | 85 - 105      |
| Punto di rammollimento  | C / K  | 47-52/320-325 |
| Indice di penetrazione  |        | -1 / +1       |
| Punto di rottura (Fraass), min.   | C / K  | -9 / 264      |
| Duttilità a 25°C/298°K, min.  | cm     | 100           |
| Solubilità in solventi organici, min.   | %      | 99            |
| Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.                    | %      | +/- 1         |
| Contenuto di paraffina, max.  | %      | 3             |
| Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>  | Pa.s   | 150 - 250     |
| Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup> | Pa.s   | 0,2 - 0,6     |

Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)

|  |       |                |
|--|-------|----------------|
| Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup> | Pa.s  | 500 - 700      |
| Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s                                      | %     | ≤ 75           |
| Variazione del Punto di rammollimento  | C / K | ≤ + 10 / ≤ 283 |

L'indice di penetrazione, dovrà calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

indice di penetrazione =  $20 u - 500 v / u + 50 v$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25°C.).

#### Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

| Serie crivelli e setacci U.N.I. | Passante: % totale in peso |
|---------------------------------|----------------------------|
| Crivello 40                     | 100                        |
| Crivello 30                     | 80 ÷ 100                   |
| Crivello 25                     | 70 ÷ 95                    |
| Crivello 15                     | 45 ÷ 70                    |
| Crivello 10                     | 35 ÷ 60                    |
| Crivello 5                      | 25 ÷ 50                    |
| Setaccio 2                      | 20 ÷ 40                    |
| Setaccio 0,4                    | 6 ÷ 20                     |
| Setaccio 0,18                   | 4 ÷ 14                     |
| Setaccio 0,075                  | 4 ÷ 8                      |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 - 1991;

#### **Formazione e confezione delle miscele.**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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 dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

#### **Posa in opera delle miscele**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

### Tout-Venant Bitumato

#### DESCRIZIONE

Conglomerato bituminoso costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e filler di recupero, impastata a caldo con legante bituminoso di penetrazione variabile. Raccomandato per eseguire una fondazione su strade urbane locali e di quartiere, strade extraurbane secondarie, piazzali, parcheggi e ripristini della sede stradale. Deve essere obbligatoriamente coperto da uno strato di conglomerato di collegamento o di usura.

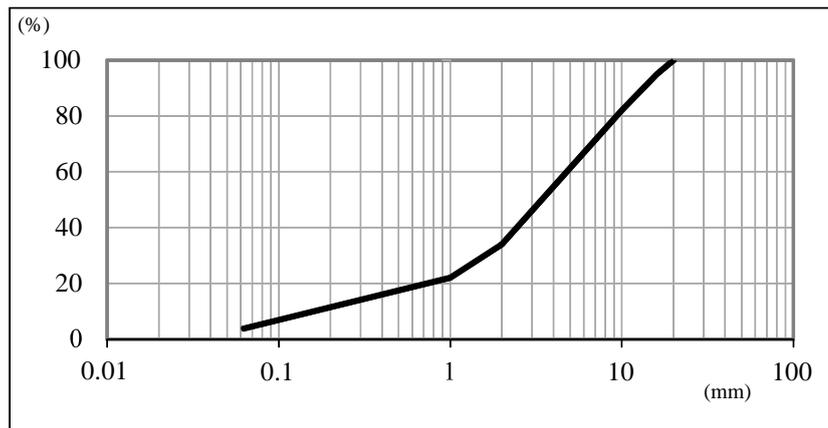
#### CARATTERISTICHE TECNICHE MATERIE PRIME:

|                               | Aggregati       |                     |                       | Bitume               |                        |                        |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
|                               | Frazione > 2 mm |                     | Frazione < 2 mm       | Penetrazione a 25° C | Punto di rammollimento | Punto di Rottura Fraas |
|                               | Coeff. LA       | Sensibilità al Gelo | Equivalente in sabbia |                      |                        |                        |
| <b>Normativa</b>              | UNI EN 1097-2   | UNI EN 1367-1       | UNI EN 933-8          | EN 1426              | EN 1427                | EN 12593               |
| <b>Unità di misura</b>        | %               |                     | %                     | dmm                  | °C                     | °C                     |
| <b>Intervalli di validità</b> | Inferiore a     |                     | superiore a           | 50                   | 43                     |                        |
|                               | 21              | F1                  | 80                    | 100                  | 54                     | ≤ -8                   |

#### CARATTERISTICHE TECNICHE CONGLOMERATO

| Pressa Giratoria |    |         | % Vuoti        | Prova Marshall         | Resistenza a Trazione Indiretta | Sensibilità all'acqua | Densità Provino Marshall | Percentuale di bitume riferita alla miscela |     |
|------------------|----|---------|----------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|---|-----|
|                  |    | N° Giri | UNI EN 12697-8 |                        |                                 |                       |                          |   |     |
|                  | N1 | 10      | 18,3%          | <b>Normativa</b>       | UNI EN 12697-23                 | UNI EN 12697-12       | EN 12697-30              | UNI 12697-1                                 |     |
|                  | N2 | 100     | 10,8%          | <b>Unità di misura</b> | N/mm <sup>2</sup>               | %                     | Kg/m <sup>3</sup>        | % comprese tra                              |     |
|                  | N3 | 180     | 9,4%           | <b>Valore</b>          | 1,37                            | 95                    | 2336                     | 3,1   | 4,3 |

| Curva Granulometrica Tipica  |       |     |
|------------------------------|-------|-----|
| Unità di misura              | mm    | %   |
| Serie crivelli e setacci UNI | 0,063 | 3,8 |
|                              | 1     | 22  |
|                              | 2     | 34  |
|                              | 10    | 82  |
|                              | 16    | 95  |
|                              | 20    | 100 |
|                              |       |     |
|                              |       |     |
|                              |       |     |



### Strati di collegamento (binder) e di usura

#### Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomeratobituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

#### Caratteristiche dei materiali da impiegare

##### Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

##### - Per strati di collegamento (BINDER):

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

##### - Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);

- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a  $140 \text{ N/mm}^2$ , nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953; ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura  $2 \div 5 \text{ mm}$  necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il  $6 \div 8\%$  di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a  $25^\circ\text{C}$  inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

### **Legante**

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo utilizzato per lo strato di base.

### **Miscela**

1) Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

| Serie crivelli e setacci U.N.I | Passante: % totale in peso |
|--------------------------------|----------------------------|
| Crivello 25                    | 100                        |
| Crivello 15                    | $65 \div 100$              |
| Crivello 10                    | $50 \div 80$               |
| Crivello 5                     | $30 \div 60$               |
| Setaccio 2                     | $20 \div 45$               |
| Setaccio 0,4                   | $7 \div 25$                |
| Setaccio 0,18                  | $5 \div 15$                |
| Setaccio 0,075                 | $4 \div 8$                 |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a  $60^\circ\text{C}$  su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra  $3 \div 7\%$ . La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

| Serie crivelli e setacci U.N.I | Passante: % totale in peso |
|--------------------------------|----------------------------|
| Crivello 20                    | --                         |
| Crivello 15                    | 100                        |
| Crivello 10                    | 70 - 90                    |
| Crivello 5                     | 40 - 60                    |
| Setaccio 2                     | 25 - 38                    |
| Setaccio 0,4                   | 11 - 20                    |
| Setaccio 0,18                  | 8 - 15                     |
| Setaccio 0,075                 | 6 - 10                     |

Il legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38- 1973).  
Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a  $10^{-6}$  cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

#### **Formazione, confezione degli impasti e posa in opera**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

#### **Attivanti l'adesione**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l' Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione ( $\Delta$  %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti."

## Binder

### DESCRIZIONE

Conglomerato bituminoso costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione, materiale riciclato, e filler, impastata a caldo con legante bituminoso di penetrazione variabile. Particolarmente adatto per la pavimentazione di strade e piazzali a densità di traffico prevalentemente leggero o come ricarica di avvallamenti.

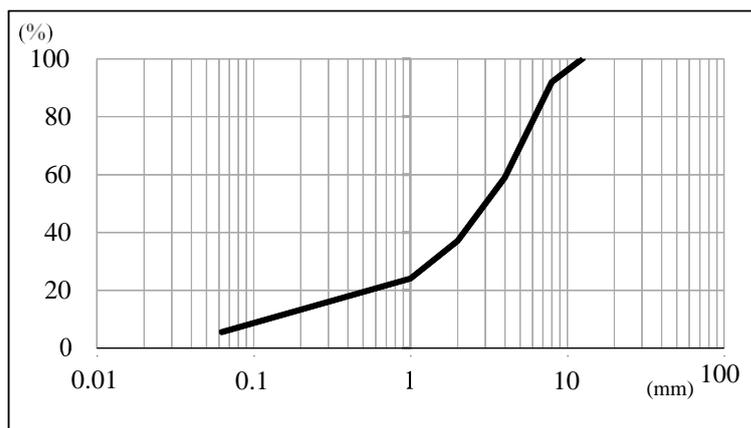
### CARATTERISTICHE TECNICHE MATERIE PRIME:

|                               | Aggregati       |                     |                       | Bitume               |                        |                        |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
|                               | Frazione > 2 mm |                     | Frazione < 2 mm       | Penetrazione a 25° C | Punto di rammollimento | Punto di Rottura Fraas |
|                               | Coeff. LA       | Sensibilità al Gelo | Equivalente in sabbia |                      |                        |                        |
| <b>Normativa</b>              | UNI EN 1097-2   | UNI EN 1367-1       | UNI EN 933-8          | EN 1426              | EN 1427                | EN 12593               |
| <b>Unità di misura</b>        | %               |                     | %                     | dmm                  | °C                     | °C                     |
| <b>Intervalli di validità</b> | Inferiore a     |                     | superiore a           | 50                   | 43                     |                        |
|                               | 21              | F1                  | 80                    | 100                  | 54                     | ≤ -8                   |

### CARATTERISTICHE TECNICHE CONGLOMERATO:

| Pressa Giratoria |    |         | % Vuoti         | Prova Marshall         | Stabilità Marshall | Rigidezza Marshall | Indice dei vuoti residui | Percentuale di bitume riferita alla miscela |     |
|------------------|----|---------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---|-----|
|                  |    | N° Giri | UNI EN 12697- 8 |                        |                    |                    |                          |   |     |
|                  | N1 | 10      | 11 - 16%        | <b>Normativa</b>       | UNI EN 12697-34    | UNI EN 12697-34    | EN 12697-8               | UNI 12697-1                                 |     |
|                  | N2 | 100     | 4 - 8%          | <b>Unità di misura</b> | kN                 | kN/mm              | %                        | % comprese tra                              |     |
|                  | N3 | 180     | ≥ 2%            | <b>Valore</b>          | > 9                | < 5                | < 8                      | 4,3   | 5,3 |

| Curva Granulometrica Tipica  |       |     |
|------------------------------|-------|-----|
| Unità di misura              | mm    | %   |
| Serie crivelli e setacci UNI | 0,063 | 5,5 |
|                              | 1     | 24  |
|                              | 2     | 37  |
|                              | 4     | 59  |
|                              | 8     | 92  |
|                              | 12,5  | 100 |
|                              |       |     |



### Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di Pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettilo-clotoide, rettilo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza).

#### Caratteristiche dei materiali da impiegare

##### Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati al punto 1.3.1.1 del presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0.44;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

##### Legante

Il legante per tale strato di usura, dovranno essere del tipo modificato e presentare le seguenti caratteristiche:

| CARATTERISTICHE  | UNITÀ' | VALORE (x) |
|--|--------|------------|
| Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s  | 0,1 mm | 50 - 70    |
| Punto di rammollimento   | K      | 328-343    |
| Indice di penetrazione   |        | +1/ +3     |
| Punto di rottura (Fraass), min.  | K      | 261        |
| Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità =<br>1 s <sup>-1</sup>  | Pa.s   | 180 - 450  |
| Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità =<br>1 s <sup>-1</sup> | Pa.s   | 0,2 - 1.8  |

##### Miscela

La miscela dovrà avere una composizione granulometrica compresa nei fusoli riportati qui di seguito:

| Serie crivelli e setacci U.N.I | Passante: % totale in peso |
|--------------------------------|----------------------------|
| Crivello 20                    | 100                        |
| Crivello 15                    | 90 - 100                   |
| Crivello 10                    | 35 - 50                    |
| Crivello 5                     | 10 - 25                    |
| Setaccio 2                     | 0 - 12                     |
| Setaccio 0,4                   | 0 - 10                     |
| Setaccio 0,18                  | 0 - 8                      |
| Setaccio 0,075                 | 0 - 6                      |

Il tenore di legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati. La miscela favorisce una elevata fonoassorbenza; la Direzione Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote del diametro di 10 cm prelevate in sito.

Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento "CF" in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

| Frequenza (Hz) | Coeff. fonoassorbimento (C) |
|----------------|-----------------------------|
| 400 - 630      | CF > 0,15                   |
| 800 - 1600     | CF > 0,30                   |
| 2000 - 2500    | CF > 0,15                   |

Il controllo dovrà essere effettuato anche mediante rilievi in sito con il metodo dell'impulso riflesso, comunque dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso con una incidenza radente di 300 i valori di CF dovranno essere:

| Frequenza (Hz) | Coeff. fonoassorbimento CF |
|----------------|----------------------------|
| 400 - 630      | CF > 0,25                  |
| 800 - 1250     | CF > 0,50                  |
| 1600 - 2500    | CF > 0,25                  |

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR 30 - 73), eseguita a 333 K su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 600 kg.
- Il valore del modulo di rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 250; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 - 73) nei limiti di 14% - 16%.

I provini per le misure di stabilità e rigidità e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

Irioltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova "Brasiliana") (CNR 97 - 1984).

I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

| Temperatura di prova                                    | 283 K       | 298 K       | 313 K       |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )    | 0.70 - 1.10 | 0.25 - 0.42 | 0.12 - 0.20 |
| Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> ) | ≥ 55        | ≥ 22        | ≥ 12        |

### Confezione e posa in opera del conglomerato

Valgono le prescrizioni di cui al punto 1.3.1.5 della presente Sezione, con l'avvertenza che il tempo minimo di miscelazione non dovrà essere inferiore a 25 s.

La temperatura di costipamento dovrà essere compresa tra 413 e 423 .

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (CNR 40 - 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

Il coefficiente di permeabilità a carico costante (Kv in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$$Kv = 15 \cdot 1,0^{-2} \text{ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).}$$

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm<sup>2</sup> e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 8 dm<sup>3</sup>/min .

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/m<sup>2</sup> 0,6 e 2,0, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

### Strato ad usura - Tappeto Normale

#### DESCRIZIONE

Conglomerato bituminoso costituito da una miscela di graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione, filler di recupero e filler di apporto, impastata a caldo con legante bituminoso di penetrazione variabile. Consigliato per la pavimentazione di strade urbane, parcheggi e piazzali, soggetti prevalentemente a traffico automobilistico.

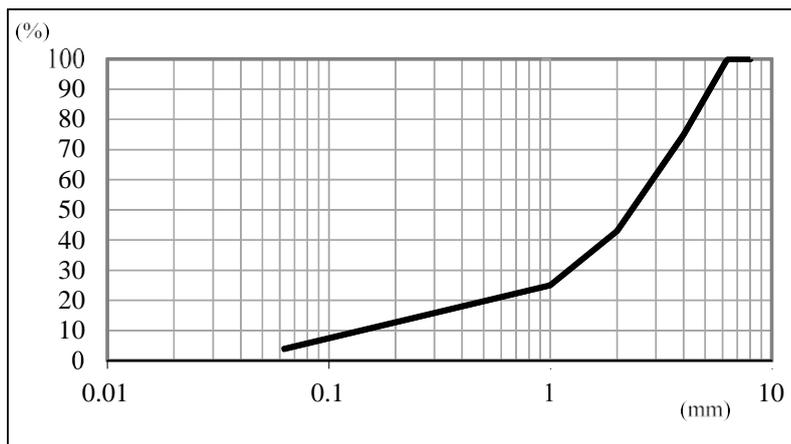
**CARATTERISTICHE TECNICHE MATERIE PRIME:**

|                               | Aggregati       |                     |                       | Bitume               |                        |                        |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
|                               | Frazione > 2 mm |                     | Frazione < 2 mm       | Penetrazione a 25° C | Punto di rammollimento | Punto di Rottura Fraas |
|                               | Coeff. LA       | Sensibilità al Gelo | Equivalente in sabbia |                      |                        |                        |
| <b>Normativa</b>              | UNI EN 1097-2   | UNI EN 1367-1       | UNI EN 933-8          | EN 1426              | EN 1427                | EN 12593               |
| <b>Unità di misura</b>        | %               |                     | %                     | dmm                  | °C                     | °C                     |
| <b>Intervalli di validità</b> | Inferiore a     |                     | superiore a           | 50                   | 43                     |                        |
|                               | 21              | F1                  | 80                    | 100                  | 54                     | ≤ -8                   |

**CARATTERISTICHE CONGLOMERATO:**

| Pressa Giratoria |    |         | % Vuoti         | Prova Marshall         | Resistenza a Trazione Indiretta | Sensibilità all'acqua | Densità Provino Marshall | Percentuale di bitume riferita alla miscela |     |
|------------------|----|---------|-----------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|---|-----|
|                  |    | N° Giri | UNI EN 12697- 8 |                        |                                 |                       |                          |   |     |
|                  | N1 | 10      | 21%             | <b>Normativa</b>       | UNI EN 12697-23                 | UNI EN 12697-12       | EN 12697-30              | UNI 12697-1                                 |     |
|                  | N2 | 100     | 12,5%           | <b>Unità di misura</b> | N/mm <sup>2</sup>               | %                     | Kg/m <sup>3</sup>        | % comprese tra                              |     |
|                  | N3 | 180     | 10,6%           | <b>Valore</b>          | 1,37                            | 87                    | 2270                     | 5,1   | 6,1 |

| Curva Granulometrica Tipica  |       |     |
|------------------------------|-------|-----|
| Unità di misura              | mm    | %   |
| Serie crivelli e setacci UNI | 0,063 | 3,9 |
|                              | 1     | 25  |
|                              | 2     | 43  |
|                              | 4     | 75  |
|                              | 6.3   | 100 |
|                              | 8     | 100 |
|                              |       |     |



**Trattamenti superficiali**

**Generalità**

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatare delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

**Trattamento con emulsione a freddo**

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e dm<sup>3</sup> 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dm<sup>3</sup> 8 di graniglia da mm 5 a mm. 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente. Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

#### **Trattamento con bitume a caldo**

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno  $1 \text{ Kg/m}^2$  di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra  $160^\circ\text{C}$  e  $180^\circ\text{C}$  entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il  $\frac{3}{2}$

70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa  $m^3$  per  $100 \text{ m}^2$ , dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte. Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Ente si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

#### **Trattamento a caldo con bitume liquido.**

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione  $100 \div 120$  e costituito, se di tipo  $150/300$  per almeno l'80% da bitume, se di tipo  $350/700$  per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R del 1957.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai  $15^\circ\text{C}$  si dovrà dare la preferenza al bitume liquido  $350/700$ , mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità  $150/300$ .

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli  $8^\circ\text{C}$ .

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso il Laboratorio Provinciale o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume

liquido nella quantità media di 1 Kg/m previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto, che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

#### **Scarificazione di pavimentazioni esistenti**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massiciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

#### **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, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano 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.

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 del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

## **Microtappeti a freddo**

### **Generalità**

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

#### **Inerti**

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

- Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;
- perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), minore del 18%;
- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere  $\leq 1.5\%$  (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.
- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali")  $\leq 0,015$ ;
- I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (C.N.R. 95 - 1984);
- La sensibilità al gelo  $\leq 20\%$  (C.N.R. 80 -1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 -1992)
- L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.
- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

#### **Additivi**

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto precedente potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 32,5).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il  $\Delta PA$  dovrà essere  $\geq 5^\circ C$ ;
- b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:
  - Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
  - Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
  - Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%
- c) della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.
- d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014)

#### **Malta bituminosa**

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare il bitume di tipo "semisolido" le cui caratteristiche sono riportate qui di seguito.

L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla D.L.

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale costituiti da “bitumi di base” e “bitumi modificati”, così distinti:

“bitumi di base”

I “bitumi di base” sono i medesimi bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione

“bitumi modificati”

I “bitumi modificati” sono bitumi di particolare natura e produzione (utilizzati per uso stradale) ovvero bitumi “elastomerizzati” (residuo della distillazione del petrolio) aventi le caratteristiche indicate nella tabella seguente, e sono utilizzati per trattamenti superficiali a freddo (TSF)

| CARATTERISTICHE   | UNITA' | VALORE (x)    |
|---|--------|---------------|
| Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s   | 0,1 mm | 50 - 60       |
| Punto di rammollimento  | C / K  | 65-75/338-348 |
| Indice di penetrazione  |        | -1 / +1       |
| Punto di rottura (Fraass), min.   | C / K  | -14 / 259     |
| Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>  | Pa.s   | 80 - 130      |
| Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup> | Pa.s   | 0,2 - 0,4     |

Nella “malta bituminosa” suddetta dovranno essere impiegati "dopes" (additivi chimici attivanti l'adesione bitume aggregati) particolari e complessi per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela.

Il loro dosaggio (previsto originariamente tra lo 0,4% e lo 0,6 % sul peso del bitume da trattare) ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà individuato in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

#### Asfalto freddo

#### DESCRIZIONE

Conglomerato bituminoso costituito da una miscela di graniglie e sabbie di sola frantumazione, impastataa caldo con legante bituminoso mixato con olio di origine vegetale NO COV (composti organici volatili)atto a tutelare l'operatore e l'ambiente. Conglomerato bituminoso a lunga conservazione e di ottima lavorabilità, utilizzato per lavori particolari quali piccoli rappezzi, chiusura buche, chiusura scavi, sigillatura chiusini e tutte le riparazioni stradali in genere.

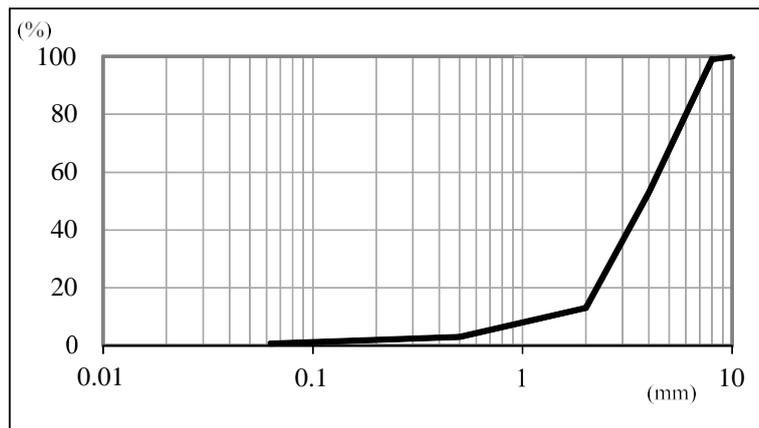
#### CARATTERISTICHE TECNICHE MATERIE PRIME:

|                               | Aggregati       |                     |                       | Bitume               |                        |                        |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
|                               | Frazione > 2 mm |                     | Frazione < 2 mm       | Penetrazione a 25° C | Punto di rammollimento | Punto di Rottura Fraas |
|                               | Coeff. LA       | Sensibilità al Gelo | Equivalente in sabbia |                      |                        |                        |
| <b>Normativa</b>              | UNI EN 1097-2   | UNI EN 1367-1       | UNI EN 933-8          | EN 1426              | EN 1427                | EN 12593               |
| <b>Unità di misura</b>        | %               |                     | %                     | dmm                  | °C                     | °C                     |
| <b>Intervalli di validità</b> | Inferiore a     |                     | superiore a           | 50                   | 43                     |                        |
|                               | 21              | F1                  | 80                    | 100                  | 54                     | ≤ -8                   |

#### CARATTERISTICHE CONGLOMERATO:

| Pressa Giratoria |    |         | % Vuoti         | Prova Marshall         | Resistenza a Trazione Indiretta | Sensibilità all'acqua | Densità Provino Marshall | Percentuale di bitume riferita alla miscela |     |
|------------------|----|---------|-----------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|---|-----|
|                  |    | N° Giri | UNI EN 12697- 8 |                        |                                 |                       |                          |   |     |
|                  | N1 | 10      | Npd             | <b>Normativa</b>       | UNI EN 12697-23                 | UNI EN 12697-12       | EN 12697-30              | UNI 12697-1                                 |     |
|                  | N2 | 120     | Npd             | <b>Unità di misura</b> | N/mm <sup>q</sup>               | %                     | Kg/m <sup>3</sup>        | % comprese tra                              |     |
|                  | N3 | 210     | Npd             | <b>Valore</b>          | Npd                             | Npd                   | Npd                      | 4,0   | 5,0 |

| Curva Granulometrica Tipica  |       |     |
|------------------------------|-------|-----|
| Unità di misura              | mm    | %   |
| Serie crivelli e setacci UNI | 0,063 | 0,7 |
|                              | 0,5   | 3   |
|                              | 2     | 13  |
|                              | 4     | 53  |
|                              | 8     | 99  |
|                              | 10    | 100 |
|                              |       |     |



### Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

### Miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

| Spessore minimo<br>Crivelli e setacci UNI |             | 9 mm     | 6 mm    | 4 mm     |
|---|-------------|----------|---------|----------|
| 15  | Passante: % | 100      | 100     | 100      |
| 10  | Passante: % | 85 ÷ 100 | 100     | 100      |
| 5   | Passante: % | 55 ÷ 75  | 55 ÷ 80 | 85 ÷ 100 |
| 0,4                                       | Passante: % | 14 ÷ 28  | 14 ÷ 28 | 22 ÷ 36  |
| 0,18                                      | Passante: % | 8 ÷ 19   | 8 ÷ 19  | 11 ÷ 22  |
| 0,0075                                    | Passante: % | 4 ÷ 10   | 5 ÷ 10  | 6 ÷ 10   |

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

### Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

| Spessore minimo:   |                   | 9 mm       | 6 mm   | 4 mm    |
|--|-------------------|------------|--------|---------|
| Dosaggio della malta   | Kg/m <sup>2</sup> | 13 ÷ 20    | 8 ÷ 14 | 6 ÷ 10  |
| Dimensione massima degli inerti                                      | mm                | 10 ÷ 12    | 7 ÷ 9  | 5 ÷ 6   |
| Contenuto di bitume elastomerizzato residuo (% in peso sugli inerti) | %                 | 5,0 ÷ 7,5% | 6 ÷ 8% | 7 ÷ 10% |

### Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei
- Tramoggia del filler
- Dosatore degli aggregati lapidei
- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità d'avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità` ...

- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad un'energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o per mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del trattamento superficiale per mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per m<sup>2</sup> di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il trattamento superficiale dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa. La produzione o la posa in opera del trattamento superficiale dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C ed in caso di pioggia.

#### **Specifiche di controllo per i ripristini stradali**

La seguente specifica si applica ai vari tipi di pavimentazioni costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte. I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

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

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

#### **Strati di fondazione**

##### **Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato**

##### ***Prove di laboratorio- accettazione dei materiali***

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

##### ***Prove di controllo in fase esecutiva***

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando i campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratorio Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa 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 delle presenti Norme Tecniche.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

L'indice di portanza CBR verrà effettuato ogni 500 mq di strato di fondazione realizzato.

La frequenza di rilevamento, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza

Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera;

Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 - 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore ai 80 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada o carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

#### **Fondazione in misto cementato confezionato in centrale**

##### ***Prove di laboratorio-accettazione dei materiali***

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

##### ***Prove di controllo in fase esecutiva***

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratori Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo 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 delle presenti Norme Tecniche.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

Le caratteristiche di resistenza ogni 500 m<sup>2</sup> di strato di fondazione realizzato.

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 - 0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera, non dovrà essere inferiore ai 150 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada e nel caso di strada a due carreggiate per ogni carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.
- Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

#### **Strato di base**

##### ***Prove di laboratorio - accettazione dei materiali***

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

##### ***Prove di controllo in fase esecutiva***

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratori Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo 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 delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;

- la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliatura (C.N.R. 138 -1992);
- le caratteristiche del legante bituminoso.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 5\%$  e di sabbia superiore a  $\pm 3\%$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,5\%$  sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di  $\pm 0,3\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

#### **Strati di collegamento (binder) e di usura**

##### ***Prove di laboratorio - accettazione dei materiali***

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

##### ***Prove di controllo in fase esecutiva***

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratorio Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa 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 delle presenti Norme Tecniche.

Valgono le stesse prescrizioni previste ai punti precedenti.

#### **Microtappeti a freddo**

##### ***Prove di laboratorio- accettazione dei materiali***

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

##### ***Prove di controllo in fase esecutiva***

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratorio Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa 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 delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato ai punti 1.8.1.4 e 2.5.1.1) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- le caratteristiche del legante bituminoso;

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato ogni 500 m di strada o carreggiata.

*Art. 30 – Tubazioni acquedotto*

| <i>Articolo</i> | <i>Descrizione</i>  |
|-----------------|---|
| 1A              | Tubo Polietilene ad Alta Densità PE 100 conformi alle norme UNI EN 12201 ed ISO 4427, proprietà organolettiche secondo UNI EN 1622 e proprietà igienico-sanitarie secondo il D.M. n. 174 del 6/4/04 per il trasporto di acqua potabile e il D.M. del 21/3/73 per il trasporto di fluidi alimentari; colore nero con strisce blu coestruse longitudinali, segnato ogni metro con sigla produttore, data di produzione, marchio e numero distintivo IIP o equivalente, diametro del tubo, pressione nominale, norma di riferimento; prodotto da azienda certificata ISO 9001.                                     |
| 2A              | Raccordi per tubi in Polietilene saldabili per elettrofusione, corpo in polietilene PE 100, resistenza elettrica monofilare, indicatori di fusione; marchiato con nome produttore, pressione nominale di esercizio, serie SDR, conformità all'utilizzo su gas (S5), diametro nominale; materiali impiegati idonei al contatto con acqua potabile in conformità al D.M. n. 174 del 06/04/2004, certificati secondo le normative UNI EN 12201 (acqua) e UNI EN 1555 (gas).  |
| 3A              | Saracinesca cuneo gommato in ghisa sferoidale a corpo piatto e vite interna, corpo e coperchio in ghisa GS400 con rivestimento epossidico atossico alimentare conforme al D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce la Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/78), cuneo rivestito in elastomero EPDM, albero in acciaio inossidabile, madrevite in bronzo; flangiata e forata a norma UNI EN 1092-1, pressioni nominali di prova e esercizio a norma UNI 1284. Pressione di esercizio PFA 16 (1,6 MPa).  |
| 4A              | Raccordo metallico flangiato per tubazioni in PE/PVC tipo "Fast PE": corpo, flangia superiore e anello premiguarnizione in ghisa sferoidale con rivestimento Rilsan Nylon 11; ghiera antisfilamento in lega zincata, bulloni in acciaio al carbonio con rivestimento sheraplex, guarnizione in elastomero atossico EPDM a norma UNI 681, flangia forata UNI EN 1092-1. Pressione di esercizio 16 bar (1,6 MPa).   |
| 5A              | Raccordi a compressione tipo "PLASSON" per tubi in Polietilene: corpo in polipropilene nero, ghiera in polipropilene grigio; guarnizione toroidale in gomma nitrilica NBR alloggiata in apposita sede trapezoidale ricavata nel corpo di PP, quindi compressa solo in modo perpendicolare al tubo, e non in modo assiale da ghiera mobili; anello di serraggio in poliacetale bianco, anelli di rinforzo ove previsti in AISI 430. Idonei al contatto con acqua potabile in conformità al D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978). Collaudato secondo UNI 9561 - 9562. |
| 6A              | Giunto di riparazione a tre tiranti, fascia in acciaio inox A304 larghezza 200 mm, morsetto in ghisa sferoidale GS350 - 22 (UNI ISO 1083) rivestito con vernice epossidica, perno di bloccaggio fascia/morsetto in acciaio inox, guarnizione in elastomero atossico NBR in conformità al D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce la Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/78), bulloni di serraggio* in acciaio 6S, a testa esagonale (UNI 5587).  |
| 7A              | Tubazione in Ghisa Sferoidale per acquedotto, giunto elastico "Rapido" UNI 9163, rivestimento interno in malta cementizia d'altoforno centrifugata, esterno con strato di zinco-alluminio arricchito di rame (400 g/m <sup>2</sup> ), pitturato con vernice acrilica acquacoat di colore azzurro, conforme alla norma UNI EN 545/2007 e al D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce la Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/78); fornita in barre da 6 m.  |

*Art. 31 – Tubazioni fognatura*

|    |   |
|----|---|
| 1F | Tubazione per condotte di scarico in polietilene strutturato ad alta densità, corrugato esternamente e con parete interna liscia "tipo B" secondo pr EN 13476 (ex TC155), realizzato a doppia parete con processo di coestrusione, irrigidito con costolatura anulare; classe di rigidità circonferenziale SN > (4-8) kN/m <sup>2</sup> , marchio e numero distintivo IIP o equivalente. Collegamenti con bigiunto e guarnizione, bicchiere e guarnizione oppure con saldatura di testa |
| 2F | Tubazione in Ghisa Sferoidale per fognature a gravità e in pressione, giunto elastico "Rapido" in Nitrile, rivestimento interno con malta a base di cemento alluminoso applicato per centrifugazione, esterno con strato di zinco-alluminio (400 g/m <sup>2</sup> ) pitturato con vernice epossidica di colore rosso, conforme alle norme UNI EN 598, fornita in barre da 6 m. PH da 4 a 12.  |
| 3F | Tubi in PVC rigido conformi norma UNI EN 1401-1 tipo SN per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali, giunto a bicchiere con anello in gomma, segnato ogni metro con sigla produttore, data di produzione, marchio e numero distintivo IIP o equivalente, diametro del tubo.   |
| 4F | Tubo in gres ceramico con giunto a bicchiere e guarnizione di tenuta in resina poliuretanic, verniciato internamente ed esternamente, conforme alle norme UNI EN 295-1-2-3; la giunzione deve garantire la perfetta tenuta idraulica alla pressione di 0,5 bar.   |
| 5F | Tubo in calcestruzzo vibrocompresso della lunghezza utile di 100 cm, a sezione circolare, con incastro del tipo a mezzo spessore, prodotto con cemento tipo 42,5R.  |
| 6F | Pozzetto prefabbricato in calcestruzzo vibrocompresso per scarichi di acque reflue e piovane. Costituito da un elemento di base, eventuale elemento di prolunga e coperchio pedonabile o carrabile in cemento armato.   |
| 7F | Chiusino di ispezione per carreggiata stradale in Ghisa lamellare UNI ISO 185, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate), marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione.   |
| 8F | Chiusino di ispezione per carreggiata stradale in Ghisa sferoidale GS 500, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate), coperchio autocentrante sul telaio, telaio a struttura alveolare, giunto in Polietilene antirumore e antibasculamento, marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione.  |