



Unione Europea



consac gestioni idriche spa

DISMISSIONE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI CAPRIOLI
DI PISCIOTTA, RIQUALIFICAZIONE DEL SISTEMA DI
COLLETTAMENTO DEI REFLUI AFFERENTI ALLA FASCIA
COSTIERA DI PALINURO CON CONVOGLIAMENTO
ALL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO SITO IN LOCALITÀ
PORTIGLIOLA DI CENTOLA

Opere Complementari GP4 Fondi CIPES

PROGETTO DEFINITIVO

H - DISCIPLINARI

COD. ELABORATO

H 01

ID FILE

H 01 - Disciplinare Opere

SCALA

-

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici:
Opere civili e tubazioni

RUP

dott. Domenico Ranesi

*Dirigente settore Ambiente
Provincia di Salerno*

PROGETTISTA

ing. Tommaso Cetrangolo

*Responsabile gestione tecnica e operativa reti e impianti
Consac Gestioni Idriche S.p.A.*

DICEMBRE 2023

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI: OPERE CIVILI E TUBAZIONI

CAPO I – MATERIALI DA COSTRUZIONE, OPERE EDILE E STRADALI	2
Art. 1 - Qualità e provenienza dei materiali	2
Art. 2 - Prove, indagini ed analisi	8
Art. 3 - Facoltà della Stazione Appaltante di fornire materiali	8
Art. 4 – Accettazione delle tubazioni, dei pezzi speciali e degli apparecchi in genere	8
Art. 5 – Movimento di materie- Scavi – Demolizioni - Rinterri.....	10
Art. 6 - Muratura a secco e riempimento di pietrame a secco.....	20
Art. 7 - Malte	21
Art. 8 - Opere in conglomerato cementizio normale ed armato.....	21
Art. 9 - Casseformi	24
Art. 10 - Manufatti prefabbricati	25
Art. 11 - Opere di carpenteria metallica e Strutture in acciaio	25
Art. 12 - Massicciate stradali.....	27
Art. 13 - Pavimentazioni stradali	28
Art. 14 - Paratie o casseri in legname per fondazione	36
Art. 15 - Paratie e diaframmi in acciaio e calcestruzzo armato.....	36
Art. 16 - Palificazioni.....	38
Art. 17 - Micropali	41
Art. 18 - Impianti elettrici	42
 CAPO II – CONDOTTE IDRICHE, FOGNATURE ED OPERE RELATIVE	 44
Art. 19 - Posa delle tubazioni	44
Art. 20 - Tubazioni in cloruro di polivinile rigido (PVC).....	49
Art. 21 - Tubazioni in calcestruzzo prefabbricate	54
Art. 22 - Tubazioni di acciaio.....	62
Art. 23 – Tubazioni in Gres Ceramico	73
Art. 24 – Tubazioni in PRFV.....	75
Art. 25 – Tubazioni in PEad	86
Art. 26 – Tubazioni in Ghisa	90
Art. 27 - Manufatti per Fognature: Camerette e Chiusini.....	106
Art. 28 - Apparecchiature idrauliche	108
Art. 29 - Vasca di Pioggia	114
Art. 30 - TOC	114
Art. 31 - Attività di videoispezione.....	122

CAPO I – MATERIALI DA COSTRUZIONE, OPERE EDILE E STRADALI

Art. 1 - Qualità e provenienza dei materiali

Generalità: Fermo restando quanto già prescritto, per le forniture di materiali (esclusi quelli allo stato naturale e grezzo, come pietre, tufi, ecc...), apparecchi, macchinari ed altri impianti indicati in questo Capo, oltre che in eventuali documenti allegati al presente Capitolato, l'Impresa dovrà esibire alla Direzione dei Lavori le singole documentazioni di conformità dei prodotti forniti alle regole tecniche ed alle normative vigenti, tra le quali:

per tutte le forniture in genere:

- a) Certificato di conformità del Sistema di Qualità aziendale, posseduto dalla Ditta produttrice conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2000 o superiore ed approvata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI ISO/IEC 17021 (già UNI CEI EN 45012), attestante che la Ditta fornitrice dei materiali o delle apparecchiature, ecc. mantiene un Sistema Qualità aziendale ai sensi della norma e, in relazione al tipo di prodotto da fornire. Ciascuna fornitura deve essere corredata di una copia della suddetta certificazione;
- b) per le apparecchiature idrauliche, i tubi e i raccordi la certificazione di conformità del Sistema di Qualità aziendale, conforme alla norma UNI EN ISO 9001: 2000, deve essere posseduta sia dalla Ditta fornitrice (rivenditore, assemblatore), sia dalle Ditte che realizzano i prodotti/componenti costituenti il singolo prodotto (fonderie per produzione di tubi e raccordi, fonderie per produzione corpi valvola, ecc....);
- c) Certificazione di conformità dei prodotti fornito alla norma nazionale o internazionale di riferimento (UNI, EN, ISO, CEI, IEC, ecc.....) rilasciata da un Organismo terzo europeo di certificazione accreditato in conformità alle norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020, attestante che il prodotto è conforme ai requisiti delle norme tecniche di riferimento. Ciascuna fornitura deve essere corredata di una copia della suddetta certificazione, e ciascun prodotto deve riportare, ove applicabile, il marchio di conformità rilasciato dal suddetto Organismo.
- d) Certificato di collaudo contenente i risultati delle prove previste dalle norme tecniche di riferimento. Ciascuna fornitura deve essere corredata di una copia della suddetta certificazione.
- e) per tubi, raccordi, apparecchiature idrauliche devono essere fornite anche le eventuali ulteriori certificazioni richieste nella normativa di riferimento per ogni singolo prodotto, nei disciplinari tecnici allegati al progetto nonché a quelle richieste nelle Tabelle del Catalogo AQP dei Materiali e degli Impieghi - ultimo aggiornamento, anche se non materialmente allegate al progetto.
- f) Dichiarazione di conformità dei materiali destinati a contatto con l'acqua potabile (guarnizione, rivestimenti interni di tubi e apparecchiature, malte preconfezionate, additivi per calcestruzzo, ecc.) al Decreto del Ministero della Salute n. 174 del 06.04.2004.
- g) Certificazione di conformità del sistema di gestione ambientale (solo su richiesta della D.L.) posseduta dalla Ditta produttrice conforme alla UNI EN ISO 14001:2004 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012;
- h) Per i tubi ed i raccordi in materiali plastici: Documenti di attestazione della qualità delle resine - La fornitura di tubi e raccordi in materiali plastici deve essere accompagnata da una dichiarazione di conformità del fabbricante, che attesti che le resine impiegate per la fabbricazione dei prodotti finiti siano conformi alla norma di prodotto; la stessa fornitura deve essere, inoltre, corredata della documentazione dei test interni. Per materiali in polietilene deve pervenire una campionatura della resina utilizzata per la produzione dei materiali forniti, 60/135 corredata di una scheda tecnica, redatta dal produttore della

resina stessa, che stabilisca i parametri di riferimento per l'eventuale analisi comparativa tra campione di resina e prodotti finiti forniti; la suddetta campionatura deve essere accompagnata anche da una certificazione che attesti che le resine adoperate siano idonee per l'impiego voluto e che siano omologate da un Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020. Nonostante l'acquisizione delle certificazioni richieste, qualora la D.L. ritenga opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, si potrà dar corso alle seguenti procedure:

- effettuazione delle verifiche ispettive secondo quanto indicato nella norma di riferimento, nel disciplinare tecnico del prodotto e nelle relative tabelle del catalogo AQP dei materiali e degli impieghi;
- sottoporre a prove uno o più campioni del prodotto, presso un Laboratorio indipendente e accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, per attestarne la conformità alla rispettiva norma di prodotto o al disciplinare tecnico. In particolare, per i materiali plastici;
- ottenere la conferma del nome produttore della materia prima dei materiali forniti, in forma riservata e senza coinvolgere il fabbricante dei prodotti finiti.

La Direzione dei Lavori si riserva, inoltre, la facoltà di attivare gli ulteriori accertamenti e controlli previsti dalla normativa vigente, dal presente Capitolato, dai disciplinari tecnici allegati al progetto nonché dalle Tabelle del Catalogo AQP dei Materiali e degli Impieghi - ultimo aggiornamento, nei quali sono riportate anche altre specifiche tecniche complementari a cui devono rispondere i prodotti.

- i) Per il calcestruzzo prodotto con processo industrializzato: Certificato di controllo di processo produttivo posseduto dalla Ditta produttrice conforme alla norma UNI EN ISO 9001 : 2000 o superiore rilasciato da un Organismo terzo indipendente che opera in coerenza con la norma UNI CEI ISO/IEC 17021 autorizzato dal Servizio dal STC del Consiglio Superiore dei LL.PP. attestante che il sistema di controllo della produzione del calcestruzzo confezionato con processo industrializzato nell'impianto di produzione e prodotto in impianto dotato di Sistema di Controllo della Produzione (FPC) effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato ultima stesura. I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione (p.to 11.2.8 del D.M. 14.01.2008). Detto certificato dovrà essere trasmesso prima dell'inizio della fornitura.
- l) per il ferro di armatura:
 - La fornitura effettuata dal produttore deve essere sempre accompagnata dall'Attestato di qualificazione rilasciato dal STC del Consiglio Superiore dei LL.PP., nel quale deve essere riportato anche il marchio di laminazione. Il riferimento di tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto (DDT) che deve accompagnare la fornitura (p.to 11.3.1.5. del D.M. 14.01.2008);
 - La fornitura effettuata da un commerciante intermedio deve essere accompagnata da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al DDT del commerciante stesso;
 - La fornitura effettuata da un centro di trasformazione deve essere accompagnata dal DDT riportante gli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal STC del Consiglio Superiore dei LL.PP. recante il logo o il marchio del centro di trasformazione e dall'attestazione inerente l'esecuzione di tutte le prove di controllo previste e fatte eseguire dal Direttore tecnico del centro di trasformazione (p.to 11.3.1.7 del D.M. 14.01.2008).
- m) per i prodotti laminati in acciaio:

- La fornitura effettuata dal produttore deve essere sempre accompagnata dall'Attestato di qualificazione rilasciato dal STC del Consiglio Superiore dei LL.PP.. Il riferimento di tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto (DDT) che deve accompagnare la fornitura (p.to 11.3.1.5. del D.M. 14.01.2008);
 - La fornitura effettuata da un commerciante intermedio deve essere accompagnata da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al DDT del commerciante stesso;
- n) Ricevute le suddette documentazioni di conformità dei prodotti la Direzione dei Lavori può rifiutare le forniture non ritenute idonee.
- o) Eventuali deroghe alla presentazione di una certificazione devono essere espressamente e motivatamente autorizzate, per iscritto, dalla Direzione Lavori.

Principali materiali da costruzione: i materiali da costruzione dovranno corrispondere ai seguenti requisiti:

- a) acqua, pozzolana e materiali a comportamento pozzolanico, calci, gesso, cementi e conglomerati cementizi, malte, aggiunte e additivi per impasti cementizi.
- Acqua - L'acqua per l'esecuzione dei lavori e delle prove delle condotte dovrà essere fornita dall'assuntore e dovrà essere limpida, dolce e priva di sostanze organiche. Per l'impasto con il cemento, l'acqua dovrà avere requisiti conformi alla norma UNI EN 1008:2003 come richiesto dal D.M. del 14.01.2008 (NTC per le Costruzioni).
 - Calci - Le calci da costruzione aeree e idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alla norma UNI EN 459 e al R.D. 16.11.1939 n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella Legge 26.05.1965 n. 595, nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31.08.1972.
 - Gesso - I leganti e gli intonaci a base di gesso dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alla norma UNI EN 13279-1.
 - Cementi - I cementi utilizzati per il confezionamento dei conglomerati cementizi normali armati e precompressi dovranno essere conformi alle norme UNI EN 197-1. I cementi rispondenti alla UNI EN 197-1 possono anche essere qualificati secondo le UNI 9156 e UNI 9606 come cementi rispettivamente resistenti ai solfati e alle acque dilavanti.
 - Conglomerati cementizi. Il calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso deve essere conforme al D.M. del 14.01.2008, alle UNI EN 206-1: 2006 e UNI 111104: 2004 e alle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale pubblicate dal servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. e al D.P.R. n°246/93,
 - Le loppe granulate d'altoforno dovranno essere conformi alla norma UNI EN 15167-1,
 - Le pozzolane naturali e industriali dovranno rispondere ai requisiti di cui alla norma UNI EN 197-1 nonché, per quelle naturali, anche a tutti i requisiti prescritti dal R.D. n. 2230 del 16.11.1939.
 - Malte. Le malte (di cemento, bastarde, ecc.) per intonaci dovranno essere conformi alla norma UNI EN 998-1; le malte per muratura dovranno essere conformi alla norma UNI EN 998-2. Nel caso di murature portanti, le malte per usi strutturali dovranno essere conformi oltre che alla UNI EN 998-2 anche a tutte le ulteriori prescrizioni del D.M. 14.01.2008
 - Malte impermeabilizzanti - Malte impermeabilizzanti composte da leganti idraulici e da silice pura in percentuale non minore del 95 % e da attivi minerali. Qualora le malte impermeabilizzanti dovessero entrare in contatto con l'acqua destinata al consumo umano, dovranno essere dotate di certificazione di conformità al D.M. n°174 del 06.04.2004 del Ministero della Sanità e al D. Lgs. n°31 del 02.02.2001.
 - Additivi ed aggiunte per impasti cementizi - Gli additivi per impasti cementizi devono essere conformi alla norma UNI EN 934-2 come richiesto dal D.M. del 14.01.2008.

Sono considerate generalmente idonee le aggiunte praticamente inerti (tipo I) e pozzolaniche o ad attività idraulica latente (tipo II) conformi alle seguenti norme:

- ✓ tipo I: UNI EN 12620 per i filler ; UNI EN 12878 per i pigmenti;
- ✓ tipo II: UNI EN 450 - 1 per le ceneri volanti; UNI EN 13263 -1 per i fumi di silice.

Qualora i conglomerati cementizi additivati dovessero entrare in contatto con l'acqua destinata al consumo umano, le aggiunte e gli additivi dovranno rispettare le prescrizioni del D.M. n°174 del 06.04.2004 del Ministero della Sanità e del D.Lgs. n°31 del 02.02.2001.

Per le modalità di controllo ed accettazione, il Direttore dei Lavori potrà far eseguire delle prove di laboratorio ovvero controllare i documenti di conformità alle norme vigenti.

b) Aggregati per il confezionamento di conglomerati cementizi e malte, per costruzioni stradali:

- Aggregati - Gli aggregati naturali o di frantumazione, da impiegarsi per la formazione dei conglomerati cementizi e malte, dovranno avere caratteristiche conformi alla norma UNI EN 12620 (come richiesto dal D.M. 14.01.2008), inoltre dovranno essere dotati di marcatura CE con livello di attestazione 2+. Nel caso di utilizzo di aggregati leggeri questi devono essere conformi alla UNI EN 13055-1 come richiesto dal D.M. 14.01.2008. Gli aggregati da utilizzare per le costruzioni stradali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione riportati dalla norma CNR 139/92.

c) Pietre naturali e principali manufatti in pietra naturale:

- Pietre naturali: Le pietre naturali da utilizzare nelle costruzioni dovranno rispondere alle norme di accettazione previste dal R.D. 16.11.1939 n. 2232 e dalla norma UNI EN 12670
- Manufatti in pietra naturale:
 - ✓ le lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne dovranno rispondere ai requisiti di accettazione riportati dalla norma UNI EN 1341;
 - ✓ le lastre di pietra naturale per rivestimenti dovranno rispondere ai requisiti di accettazione riportati dalla norma UNI EN 1669;
 - ✓ i cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne dovranno rispondere ai requisiti di accettazione riportati dalla norma UNI EN 1342;
 - ✓ Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne dovranno rispondere ai requisiti di accettazione riportati dalla norma UNI EN 1343;
 - ✓ Gli elementi di muratura di pietra naturale dovranno rispondere ai requisiti di accettazione riportati dalla norma UNI EN 771-6.

d) Materiali metallici:

- Acciai per getti: gli acciai per getti dovranno essere conformi alla norma UNI EN 10293 (D.M. 14.01.2008).
- Profilati in acciaio per costruzione metalliche: per i laminati, per i tubi senza saldatura e per i tubi saldati da utilizzare nella costruzione di strutture metalliche si dovranno utilizzare acciai conformi rispettivamente alle seguenti norme: UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1 come richiesto dal D.M. 14.01.2008.
- Profilati in acciaio per infissi: i profilati in acciaio per infissi dovranno essere fabbricati con un acciaio avente qualità non inferiore al tipo Fe37A previsto dalla norma UNI EN 10025, secondo i profili, le dimensioni e le tolleranze riportate in progetto o indicate dalla D.L..
- Acciai inossidabili:
 - ✓ i getti di acciaio inossidabile dovranno essere conformi alla norma UNI EN 10213.
 - ✓ I profilati in acciaio inossidabile dovranno corrispondere alle prescrizioni previste dalla norma UNI 10233-6.

Secondo le prescrizioni correnti degli organi di controllo e tutela igienico sanitaria, le tubazioni, i manufatti in acciaio (pezzi speciali, le scale, ecc.), che dovranno entrare in contatto con acqua potabile, dovranno essere in acciaio inox del tipo ASI 316L (X2CrNiMo1712 secondo le UNI EN 10088-1).

- Acciai per cemento armato ordinario e precompresso - Gli acciai per calcestruzzo armato (anche inossidabili e zincati), dovranno rispondere alle prescrizioni del D.M. 14.01.2008.
 - Bulloneria in acciaio - I bulloni in acciaio dovranno essere conformi alle norme UNI 3740-1 e per quelli da utilizzare per la costruzione di strutture in acciaio, alle prescrizioni del D.M. 14.01.2008.
 - Ghisa grigia: La ghisa grigia per getti dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1561.
 - Ghisa sferoidale: La ghisa sferoidale per getti dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1563.
 - Piombo: i pani e i laminati in piombo dovranno essere conformi rispettivamente alle norme UNI 3165 e UNI 6450.
 - Rame: Il rame dovrà corrispondere per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI EN 1982.
 - Zinco: Lo zinco e le leghe di zinco dovranno corrispondere per qualità, prescrizioni alle norme UNI EN 1179 e UNI EN 13283.
 - Zincatura: Per la zincatura di materiali da costruzioni quali laminati, tubazioni e fili in acciaio dovranno essere rispettate le prescrizioni delle norme UNI EN 10326, UNI EN 10240 e UNI EN 10244.
 - Alluminio e leghe di alluminio:
 - ✓ Barre, tubi e profilati estrusi: i profilati di alluminio e sue leghe dovranno essere conformi alla norma UNI EN 755-1.
 - ✓ Profilati per serramenti: I serramenti di alluminio e sue leghe dovranno essere conformi alla norma UNI 3952.
- e) Elementi in laterizio e calcestruzzo, materiali per la pavimentazione, manufatti in gres ceramico e legnami.
- Elementi in laterizio e calcestruzzo - Gli elementi di laterizio dovranno rispondere ai requisiti di accettazione previste dal R.D. 16.11.1939 n. 2233. Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, gli elementi resistenti artificiali devono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14.01.2008. Nel caso di murature non portanti, le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, unitamente a quelle della norma UNI EN 771 – 1
 - Piastrelle in ceramica: Le piastrelle in ceramica per rivestimento e pavimentazione dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalla norma UNI EN 14411; quelle per pavimentazione dovranno rispondere anche ai requisiti di cui R.D. 16.11.1939 n.2234.
 - Manufatti in gres ceramico - I tubi e gli elementi complementari di gres ceramico dovranno essere conformi alle norme UNI EN 295/1, UNI EN 295/2, UNI EN 295/3, UNI EN 295/4, UNI EN 295/5 e UNI EN 295/6. I mattoni, le mattonelle e i fondi fogna di gres per condotte di liquidi dovranno essere conformi alle norme UNI 9459. Le piastrelle in gres ceramico antidrucciolo per pavimentazione dovranno corrispondere alle prescrizioni previste dalla norma UNI EN 14411.
- f) Legnami - I legnami, di qualunque essenza, da impiegare in opere stabili o provvisorie dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al D.M. 30.10.1912. I legnami dovranno corrispondere alle normative UNI 2853, UNI 2854, UNI 3517 e UNI 3917. Il legno massiccio e i prodotti a base di legno per usi strutturali dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui al D.M. 14.01.2008.
- g) elastomeri:

- Elastomeri per guarnizioni di tenuta: gli elastomeri utilizzati per la fabbricazione delle guarnizioni ad anello elastomerico compatto avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme UNI EN 681-1 e aggiornamenti. La suddetta norma si applica a guarnizioni ad anello destinate alla tenuta di tubazioni di ghisa, acciaio, gres, cemento armato ordinario e precompresso, PRFV, PE 100, PVC e di altri materiali plastici e compositi. Le mescolanze di elastomeri devono essere esenti da rigenerato e, per gli usi potabili, devono risultare conformi alle prescrizioni del Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute, nonché dalla normativa internazionale ISO 10221. Le guarnizioni devono portare le seguenti marcature: nome o marchio del fabbricante, diametro nominale, anno di fabbricazione. Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in locali sufficientemente asciutti, freschi ed oscuri, evitando in ogni caso la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari.
 - Elastomeri per appoggi strutturali: gli elastomeri utilizzati per gli appoggi strutturali dovranno essere conformi alle norme UNI EN 1337-1 e UNI EN 1337-3.
- h) Bitumi, asfalti, membrane impermeabilizzanti bituminosi, membrane impermeabilizzanti:
- Bitumi: i bitumi per usi stradali dovranno essere conformi rispettivamente alle norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali, di cui al fascicolo n. 2 del CNR, ultima edizione.
I bitumi liquidi per usi stradali dovranno essere conformi alle norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali, di cui al fascicolo n. 7 del CNR, ultima edizione. Le emulsioni bituminose da utilizzare per usi stradali dovranno essere conformi alle norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali di cui al fascicolo n. 3 del CNR, ultima edizione. I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere alle prescrizioni della norma UNI 4157.
 - Asfalti: la polvere di roccia asfaltica da utilizzare per usi stradali dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle polveri asfaltiche per usi stradali di cui al fascicolo n. 6 del CNR, ultima edizione. Gli asfalti colati e le malte asfaltiche per impermeabilizzazioni devono rispondere rispettivamente alle norme UNI 5654 e UNI 5660. Il mastice di rocce asfaltiche e il mastice di asfalto sintetico necessari alla preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati per impermeabilizzazione devono rispondere rispettivamente alle norme UNI 4377 e UNI 4378.
 - Catrami: i catrami da utilizzare per usi stradali dovranno essere conformi alle norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali di cui al fascicolo n. 1 del CNR, ultima edizione.
 - Manti prefabbricati bituminosi: Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture devono essere conformi alla norma UNI EN 1107-1.
 - Membrane a base di elastomeri: le membrane a base di elastomeri e di elastomeri utilizzate per l'impermeabilizzazione di fondazioni, gallerie, canali, ecc.... devono essere conformi alle norme UNI 8898.
- i) vetri e cristalli, polimetilacrilati
- Vetri e cristalli: i vetri e i cristalli dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti in materia.
 - Polimetilacrilati: i polimetilacrilati dovranno essere del tipo Plexiglas GS 233, assolutamente incolori e con le seguenti caratteristiche:
 - ✓ Resistenza a trazione a 23°: 80 N/mm²
 - ✓ Resistenza a flessione: 115 N/mm²
 - ✓ Resistenza a caduta di sfera H 961/30: 200 N/mm²
 - ✓ Conducibilità termica: 0,19 W/mk
 - ✓ Temperatura di rammollimento: 115 °C

- ✓ Comportamento al fuoco: B2
- ✓ Trasmissione luminosa: 92%.

l) colori e vernici:

- Biacca: La biacca (o cerusa) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.
- Bianco di zinco: Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1 di altre impurità; l'umida non deve superare il 3%.
- Minio: Il minio sia di piombo (sesquiossido di piombo) che di alluminio (sesquiossido di alluminio) dovrà conforme alla UNI 10104.

m) Prodotti geotessili: i prodotti geotessili dovranno essere conformi alle norme UNI 8279, UNI 8986 e CNR B.U. n.110, 111.

Art. 2 - Prove, indagini ed analisi

- 1) L'assuntore ha l'obbligo, a sua cura e spesa, di far eseguire tutte le prove, le indagini e le analisi previste dalla normativa vigente, dagli elaborati progettuali e comunque disposte dalla D.L. durante l'esecuzione dei lavori.
- 2) Dette prove dovranno effettuarsi solo presso laboratori, ufficialmente riconosciuti, che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.
- 3) Il prelevamento dei campioni sarà fatto in conformità alle norme vigenti e secondo le disposizioni della D.L..
- 4) Dei campioni può essere ordinata la conservazione negli Uffici dell'Amministrazione, munendoli di suggelli e firme della D.L. e dell'assuntore, nei modi adatti a garantirne l'autenticità.

Art. 3 - Facoltà della Stazione Appaltante di fornire materiali

- 1) L'Amministrazione si riserva la facoltà di fornire all'Impresa i materiali che avesse disponibili nei propri cantieri o che potesse comunque procurarsi.
- 2) La stazione appaltante, nel caso in cui si avvallesse di tale facoltà, darà, all'atto dell'appalto, l'elenco particolareggiato dei materiali.
- 3) I materiali forniti dall'Amministrazione saranno consegnati all'Impresa nei magazzini o depositi dell'Amministrazione ovvero a pie d'opera.
- 4) Resta a cura e spese dell'Impresa lo scarico, il prelevamento dai magazzini, il carico su mezzi di trasporto, il trasporto e lo scarico a pie d'opera, intendendosi tali oneri compresi e compensati nel prezzo di trasporto all'uso stabilito in elenco.
- 5) Ove richiesto, l'Impresa dovrà pure provvedere allo svincolo dei carri ferroviari, anticipandone il relativo importo che le verrà rimborsato a parte.
- 6) Resta pure contrattualmente convenuto che le soste dipendenti da ritardi nell'eseguire lo scarico dai carri ferroviari saranno a carico dell'Impresa, la quale dovrà tenere interamente sollevata l'Amministrazione da ogni onere che per tale motivo le potesse derivare.
- 7) E' poi fatto espresso divieto all'Impresa di potere adoperare diversamente da come prestabilito i singoli materiali forniti dall'Amministrazione.

Art. 4 – Accettazione delle tubazioni, dei pezzi speciali e degli apparecchi in genere

- 1) Tutte le tubazioni, i raccordi e i pezzi speciali e le apparecchiature dovranno essere prodotti in stabilimenti certificati a norma ISO 9000/UNI EN 29000 e ogni fornitura dovrà essere munita di certificato rilasciato dal produttore, riportante la data e il numero della

bolla di accompagnamento relativa, attestante l'avvenuto collaudo in fabbrica e la conformità delle forniture a tutte le richiamate norme UNI e ISO.

- 2) *Accettazione delle tubazioni e dei pezzi speciali*: L'accettazione delle tubazioni e dei pezzi speciali è subordinata alla rispondenza dei materiali alle relative norme. Oltre a quanto prescritto nelle norme, per accertare la buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione di tubi di qualunque genere, pezzi speciali ed apparecchi, la bontà della lavorazione, la corrispondenza dei tubi all'uso cui dovranno servire, l'Amministrazione appaltante avrà ampia facoltà di far sorvegliare la lavorazione in officina e in cantiere a mezzo di propri incaricati e di sottoporre i materiali e le tubazioni a tutte le prove prescritte nei regolamenti vigenti e alle verifiche di collaudo che saranno ritenute necessarie, a cura e spese dell'Impresa. Pertanto l'Impresa fornirà, subito dopo la consegna dei lavori, l'elenco delle ditte produttrici dei materiali che saranno posti in opera nel corso dei lavori e le schede tecniche dei materiali stessi da cui deve risultare la loro conformità alla normativa vigente nonché a tutte le prescrizioni di capitolato ed elenco prezzi. Elenco delle ditte produttrici e schede tecniche dovranno essere fornite con congruo anticipo sull'inizio dei lavori in modo da consentire all'Amministrazione di effettuare preliminarmente tutte le prove, collaudi ed analisi in fabbrica, ovvero presso laboratori ufficiali, che riterrà eventualmente opportune per verificare la conformità delle forniture. A tal uopo le ditte produttrici dovranno, durante la lavorazione, dare libero accesso nella propria officina o cantiere agli incaricati dell'Amministrazione appaltante e prestarsi in ogni tempo affinché essi possano verificare se sono esattamente osservate le prescrizioni di fornitura. L'impresa, e per esso la ditta produttrice, dovrà procurare a sue cure e spese i mezzi e la mano d'opera necessaria per eseguire le prove e verifiche disposte dall'Amministrazione. I tubi, i giunti e i pezzi speciali verranno presentati alle verifiche finali in stabilimento (previste dalle norme vigenti) completamente ultimati ovvero, per i manufatti in ghisa e in acciaio, privi dei rivestimenti interni ed esterni. Dopo il collaudo senza rivestimento, i tubi e pezzi speciali di ghisa e di acciaio saranno sottoposti ai trattamenti d'uso per munirli di uno strato protettivo interno ed esterno del tipo previsto dalle normative vigenti. La qualità del materiale impiegato nella fabbricazione di tubi pezzi speciali ed apparecchi sarà controllata ogni qualvolta l'Amministrazione appaltante lo ritenga necessario, mediante le prove meccaniche, tecnologiche e pratiche prescritte per ogni singolo materiale. In particolare per le tubazioni e pezzi speciali in materiale plastico (PEAD e PVC) e per le tubazioni rivestite internamente con strati protettivi, l'Amministrazione si riserva di verificare la efficacia, la stabilità e la atossicità dei materiali utilizzati, mediante analisi chimiche e batteriologiche, da eseguirsi a spese dell'impresa presso laboratori ufficiali, sia su campioni prelevati dalle singole forniture sia sulle caratteristiche dell'acqua potabile prima e dopo il passaggio o il ristagno nei tubi, nei pezzi speciali e negli apparecchi. La minima alterazione delle caratteristiche in genere o anche delle sole qualità organolettiche dell'acqua darà diritto al rifiuto della fornitura e al risarcimento dei danni. Oltre alle prove predette, i tubi, i pezzi speciali ed apparecchi, saranno sottoposti in officina (secondo le Norme vigenti) alla pressione idraulica prescritta per il tempo prefissato, onde si possa esaminare accuratamente se le diverse parti presentino qualche difetto di tenuta. Saranno rifiutati tutti quei pezzi che presenteranno lesioni, rotture o anche trasudamenti oltre i limiti di tolleranza consentiti per ciascuna specie di tubi. Quando tutte le prove e i controlli eseguiti abbiano avuto risultato soddisfacente, il materiale od il manufatto s'intenderà accettato. I pezzi rifiutati dovranno essere ridotti in rottami o quanto meno venire conservati sino al termine di consegna della intera fornitura, previa apposita marcatura di rifiuto. Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti il nome o il marchio della ditta costruttrice, il diametro nominale, la

pressione nominale (o la classe d'impiego) alle quali andranno aggiunte quelle variabili in base alla tipologia del materiale costituente; le singole partite della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali impiegati ed i tubi forniti. L'incaricato delle verifiche, nell'assistere al carico dei manufatti sui mezzi di trasporto, potrà scartare tutti quei pezzi che presentassero difetti non prima avvertiti. La Direzione dei lavori si riserva naturalmente la facoltà di rifiutare i tubi approvvigionati in cantiere che si presentassero comunque difettosi, senza che per gli altri tubi non rifiutati venga ad essere menomata la responsabilità dell'Impresa, restando essa sempre garante della buona riuscita delle opere a tutti gli effetti del presente Capitolato. Nonostante il collaudo e le verifiche eseguite in officina, l'Appaltatore resta garante delle tubazioni fino a dopo l'esecuzione delle prove in opera e vale a dire s'impegna di cambiare, a tutte sue spese, quei pezzi che all'atto pratico non corrispondessero alle prove stesse. Le relative certificazioni dovranno essere allegate agli atti di collaudo.

- 3) *Accettazione delle apparecchiature idrauliche:* Gli apparecchi idraulici dovranno corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione previsti dalle vigenti norme UNI e dai relativi disciplinari tecnici allegati al progetto nonché da quelle eventualmente stabilite dalla D.L., la quale non consentirà la messa in opera di nessun apparecchio che non sia stato dall'Amministrazione precedentemente collaudato.

Art. 5 – Movimento di materie- Scavi – Demolizioni - Rinterri

a) Saggi e tracciamenti

- 1) Prima di iniziare qualsiasi movimento di materiale l'assuntore ha l'onere di procedere, a tutta sua cura e spese, a contattare le società di gestione dei servizi sotterranei (gas, acquedotto, fognatura, linee elettriche e telefoniche, ecc) per acquisire tutte le informazioni utili a definire la posizione e giacitura di tali servizi nel sottosuolo e ad eseguire una campagna di scavi di saggio per verificare l'andamento e l'esatta giacitura planaltimetrica delle opere sotterranee presenti nella zona di scavo.
- 2) Effettuati i saggi si procederà ad eseguire i tracciamenti definitivi nonché la picchettazione completa dei tracciati. L'Impresa e inoltre tenuta ad inserire lungo i tracciati altri capisaldi di numero sufficiente secondo le indicazione della Direzione dei lavori.
- 3) I capisaldi saranno formati da pilastrini di sufficiente consistenza affinché non possano essere facilmente asportabili. I capisaldi dovranno essere custoditi dall'Impresa e tenuti liberi, in modo che il personale della Direzione se ne possa servire in qualsiasi momento, per i controlli del caso.
- 4) Qualora nei tracciamenti l'Impresa abbia a riscontrare differenze o inesattezze dovrà subito riferire alla Direzione dei lavori per le disposizioni del caso. Comunque l'Impresa assume ogni responsabilità dei tracciati eseguiti, sia per la corrispondenza del progetto, sia, per l'esattezza delle operazioni.
- 5) L'Impresa dovrà inoltre porre a disposizione della Direzione dei lavori, il personale, gli strumenti topografici e metrici di precisione e quant'altro occorra perche la Direzione stessa possa eseguire le verifiche del caso.
- 6) Tutti gli oneri anzidetti saranno a totale carico dell'Appaltatore, il quale non potrà pretendere, per essi, alcun compenso od indennizzo speciale, essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

b) Scavi

Generalità

Prima dell'inizio degli scavi l'Appaltatore procederà alla verifica della rispondenza altimetrica dei profili del progetto e delle eventuali varianti ordinate dalla Direzione Lavori, con la effettiva altimetria e planimetria dei luoghi dove devono essere eseguiti gli scavi. La verifica dovrà essere fatta sulla base di capisaldi di provata validità ed omogeneità.

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta.

L'Impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. Ella dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature di sostegno degli scavi siano aumentate o rinforzate per motivi di sicurezza senza che questo possa creare motivo di reclamo o richiesta di compensi da parte dell'Impresa.

In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombrò dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro reinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

Programma di Scavo

Un mese prima della esecuzione degli scavi, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il programma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti mese per mese.

Nell'esecuzione l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

Sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

Resta, in ogni caso, stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

Variazioni delle linee di scavo

Le variazioni nella quantità e profondità degli scavi non potranno giustificare richieste di compensi speciali da parte dell'Impresa, al di fuori di quanto risultante dall'applicazione dei prezzi di contratto.

La quota definitiva di fondazione delle opere verrà stabilita d'accordo con la Direzione Lavori, in base alle effettive condizioni naturali riscontrate all'atto dello scavo; pertanto i piani di imposta segnati sui disegni hanno valore puramente indicativo.

Non si potrà procedere alla esecuzione del getto di calcestruzzo per le fondazioni se prima la superficie di scavo non sia stata ispezionata ed approvata dalla Direzione Lavori, pena la demolizione del già fatto.

L'Impresa, inoltre, dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla Direzione Lavori di caso in caso.

Classificazione degli Scavi

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:

Scavo in roccia

Si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di 0,75 mc e di resistenza e struttura tale da non poter essere rimosso e demolito senza l'uso di esplosivi o di martelli demolitori e che conserva la sua compattezza ed una elevata resistenza meccanica anche dopo una prolungata esposizione all'azione dell'acqua e di altri agenti atmosferici.

Scavo di terreno sciolto di qualsiasi natura

Si considera terreno sciolto qualsiasi materiale che non sia la roccia sopra indicata. Rientrano in questa categoria di scavi anche i pezzi isolati di roccia inferiori a 0,75 mc.

Scavo in acqua

Si considera scavo in acqua quello eseguito oltre 20 cm al di sotto del livello di equilibrio delle acque sotterranee entro lo scavo.

L'esaurimento dell'acqua verrà disposto mediante ordine scritto dalla Direzione Lavori e l'Impresa ha l'obbligo di provvedervi adeguatamente con mezzi meccanici idonei e corrispondenti all'entità richiesta e con il personale e le scorte necessarie anche per il funzionamento continuativo nelle 24 ore, ed a mantenere il prosciugamento per tutto il tempo necessario al completamento del lavoro.

Nel caso di scarico dell'acqua di aggettamento nelle fognature stradali, si dovranno adottare sistemi di decantazione per evitare interramenti od ostruzioni dei condotti.

Gli scavi soggetti alle acque dovranno procedere da valle a monte, con il fondo ben livellato e con regolare canaletto sul fondo che conduca le acque al loro esito naturale od ai pozzetti delle pompe.

Tipi di Scavi

Scavi di sbancamento

Per "scavo di sbancamento" s'intende quello occorrente per lo spianamento e sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione di piani d'appoggio per platee di fondazione, scantinati, vespai, ecc..., ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Impresa.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

Scavi di fondazione

Si definisce "scavo di fondazione" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento disposto per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, ed in generale tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,00 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.

Scavi per tubazioni e canalizzazioni

Si definisce "scavo per tubazioni e canalizzazioni" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento disposto per attombare canalette, fognature, condutture e tombinature.

Gli scavi per posa in opera tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni e, eventualmente, lo smontaggio di condutture preesistenti.

Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato e con le pendenze prescritte.

Non saranno permesse sporgenze o infossature superiori ai 5 centimetri dal piano delle livellette di progetto.

Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi e di eseguire le ispezioni durante le prove.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento delle forniture dei tubi. Le eventuali discontinuità nel ritmo di fornitura non potranno però, in nessun caso, dare titolo all'Impresa di richiedere compensi, maggiori di quelli previsti nell'Elenco Prezzi, e per il variare dell'avanzamento del proprio lavoro in maniera adeguata a quella della fornitura della tubazione.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di stabilire di volta in volta la lunghezza dello scavo da aprire.

Materiale Scavato e Discariche

Il materiale scavato sarà di proprietà del Committente. La Direzione Lavori giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso nella formazione di rilevati o rinterri inerenti alla realizzazione delle opere e darà disposizioni circa l'invio alle discariche dei restanti quantitativi non utilizzati.

Nel caso di scavi in campagna, lo strato superficiale di terreno di coltivo dovrà essere accumulato in loco, separatamente dal restante materiale di risulta, così da poter procedere agevolmente al successivo ripristino del terreno agricolo come allo stato preesistente.

L'eventuale materiale inerte di origine alluvionale risultante dagli scavi deve essere accatastato in loco e poi riutilizzato nei rinterri e nelle sistemazioni d'area comunque necessarie. Tenendo conto infatti dell'odierna difficoltà di reperimento di simili materiali, e conseguentemente del loro costo, non sono giustificati sprechi ed allontanamento a discarica.

Il materiale destinato a futura utilizzazione dovrà essere sistemato nelle aree che la Direzione Lavori metterà a disposizione come deposito, senza compenso supplementare. Senza compenso supplementare dovrà inoltre essere effettuato il distendimento e sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla Direzione Lavori.

A cura e spese dell'Impresa il materiale giudicato non utilizzabile dalla D.L. dovrà essere allontanato senza indugio e trasportato a rifiuto a qualsiasi distanza a pubbliche discariche o su area che l'Impresa deve provvedere a sue spese. Tali aree verranno scelte in modo da non arrecare alcun danno ai lavori, alle proprietà ed al libero deflusso delle acque e pertanto verranno scelte a sufficiente distanza a valle delle zone interessate dalle opere. La Direzione Lavori farà asportare, addebitando la relativa spesa all'Impresa, le materie che fossero state depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Smottamenti

L'Impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee di scavo indicate nei disegni di progetto o approvate dalla Direzione Lavori. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la Direzione Lavori sia dovuto a negligenza o mancanza di misure di precauzione sarà eliminato a carico dell'Impresa. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e siano richiesti riempimenti per ripristinare le linee di progetto con impiego di materiali come: argilla, calcestruzzo, ghiaia, ecc..., l'onere relativo sarà a carico dell'Impresa. I materiali di riempimento saranno scelti dalla Direzione Lavori. Se, a giudizio della Direzione Lavori, gli smottamenti fossero derivati da cause non imputabili all'Impresa il costo dei lavori sarà contabilizzato secondo i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi o, in mancanza di questi, secondo gli accordi presi fra l'Impresa e la Direzione Lavori.

Armature di Sostegno degli Scavi e Strutture Esistenti

L'Impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, e delle strutture e fabbricati esistenti in prossimità degli stessi, di conseguenza dovrà predisporre armature di sostegno e di contenimento degli scavi in quantità tale da garantire la sicurezza delle opere. Qualora, data la natura del terreno e la profondità degli scavi e le caratteristiche delle strutture e fabbricati adiacenti, le normali sbadacchiature non si dimostrassero sufficienti, si dovrà procedere alla armatura detta a cassa chiusa (marciavanti) delle pareti della zona, limitatamente alle zone che ne richiederanno l'impiego.

Prescrizioni generali

Gli scavi all'aperto ed in sotterraneo dovranno, tempestivamente e per iniziativa dell'Impresa, essere sostenuti dalle necessarie armature metalliche o di altra natura, sufficientemente robuste per resistere alle spinte che, secondo la natura dei terreni, saranno chiamate a sopportare; dette armature dovranno essere poste in opera a regola d'arte.

La superficie dello scavo, negli interspazi fra le armature, dovrà essere sostenuta là dove risultasse necessario, con longarine, lastre prefabbricate, lamiera ed in genere con tutti i mezzi e gli accorgimenti atti ad impedire frane e rilasci e ciò sotto la diretta responsabilità dell'Impresa.

Armature provvisorie

L'Impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, pertanto dove sia necessario, l'Impresa dovrà provvedere a puntellare e sbadacchiare gli scavi con armature, in modo da evitare danni alle persone ed alle opere in costruzione. La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature degli scavi siano aumentate o rinforzate, quando esistono pericoli per gli operai e per la buona esecuzione dei lavori, senza che questo possa costituire motivo di reclamo da parte dell'Impresa.

Le armature provvisorie saranno tolte dallo scavo quando la loro funzione portante sarà terminata.

Le armature occorrenti per gli scavi devono essere eseguite a perfetta regola d'arte, in modo da impedire qualsiasi cedimento o deformazione dei materiali non interessati dallo scavo.

L'onere per la fornitura di armature provvisorie, per il magistero anche specializzato per la loro messa in opera e per la loro rimozione, qualunque ne sia il tipo ed il numero risultante necessario, è compreso e compensato nei prezzi degli scavi.

Palancole Metalliche

Potrà essere richiesto dalla Direzione Lavori, l'uso di palancole metalliche per isolamento della zona degli scavi.

L'infissione ed estrazione delle palancole metalliche sarà eseguita con mezzi meccanici adeguati.

Le palancole impiegate saranno del tipo a profilo semplice di diversa sezione a seconda di quanto verrà stabilito dalla Direzione Lavori in rapporto alla profondità ed alla zona di lavoro. Saranno attuati tutti quegli accorgimenti necessari per un'ottima realizzazione dell'opera, che dia la massima garanzia di solidità e resistenza, saranno usati attacchi normali o articolati con piastre di ripartizione, tiranti fissati sopra sotto il livello d'acqua.

Qualsiasi sia il tipo di palancole adottato, l'Impresa rimane sempre l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possano derivare da cedimento delle palancole o cattiva infissione delle stesse.

Rifinitura delle Superfici di Scavo

L'Impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

Nel caso di scavo in roccia le fenditure dovranno essere riempite di calcestruzzo tipo D (R'ck 150 kg/mq).

Abbassamento della Falda con Sistema Tipo Wellpoints

Nel caso di scavi al di sotto della falda freatica potrà essere richiesto dalla Direzione Lavori l'uso di un complesso Wellpoints per l'abbassamento della falda stessa.

L'impianto dovrà essere dimensionato ed installato in modo tale da consentire un perfetto prosciugamento delle zone di lavoro.

Il complesso dovrà funzionare in modo continuo per tutto il tempo necessario agli scavi, all'esecuzione delle fondazioni, al consolidamento dei getti, alla posa di cavi e tubazioni per acquedotti e fognature, all'esecuzione di opere di impermeabilizzazione ed eventuali sottopassaggi ed al completamento di strutture sovrastanti sino al raggiungimento del carico d'equilibrio statico, nonchè per l'esecuzione di altri eventuali lavori che potranno essere effettuati, su richiesta dalla Direzione Lavori anche da altre Imprese specializzate.

Transito Stradale

Qualora gli scavi abbiano sviluppo lungo strade delimitate da fabbricati, il loro inizio dovrà essere preceduto da attento esame delle fondazioni degli edifici antistanti, esame che potrà essere integrato da idonei sondaggi per accertare la natura, profondità e consistenza delle fondazioni stesse in modo da prendere i necessari provvedimenti per evitare qualsiasi danno a edifici e strutture.

Sarà cura dell'Impresa redigere in contraddittorio, con i legittimi proprietari, lo stato di consistenza di quelle strutture o edifici che presentino lesioni o inducano a prevederne la formazione durante i lavori. La relazione sarà corredata da completa documentazione, anche fotografica, installando se necessario, idonee spie.

Tutti gli oneri derivanti da tali operazioni saranno a carico dell'Impresa.

Durante l'esecuzione dei lavori comunque interessanti le strade, quale ne sia la categoria e l'entità del traffico, e per tutta la loro durata dovranno essere adottate tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito personale e meccanizzato a norma di leggi vigenti.

Dovranno essere costruiti appositi ponticelli di legno o a struttura metallica tubolare, della larghezza minima di 0,60 m, protetti lateralmente da corrimano per dare comodo accesso ai fabbricati situati lateralmente alle trincee.

Sono egualmente a carico dell'Impresa le segnalazioni luminose di pericolo di tutti gli ostacoli al libero traffico.

Dette segnalazioni devono essere tenute in funzione ogni qualvolta ci sia poca visibilità di giorno e per tutta la notte e dovranno essere sorvegliate continuamente per evitare che per qualsiasi causa rimangano spente.

Quando per ordine della Direzione Lavori si renda necessario impedire il traffico nelle aree interessate dai lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'ottenimento dei relativi permessi all'Autorità competente, ad installare le segnalazioni luminose e gli sbarramenti a cavalletto necessari a conveniente distanza ed in punti tali che il pubblico sia avvertito in tempo dell'impedimento, a predisporre tutto quanto necessario per la viabilità alternativa.

Interferenze con altri Servizi

Prima di dare inizio ai lavori e fatto obbligo all'appaltatore di procedere, a tutta sua cura e spese, a contattare le società di gestione dei servizi sotterranei (ENEL, TELECOM, Telefoni di Stato, Amministrazioni delle Poste e Telecomunicazioni, Aziende del Gas, ecc....) per acquisire tutte le informazioni utili a definire la posizione e giacitura di tali servizi nel sottosuolo e ad eseguire una campagna di scavi di saggio per verificare l'andamento e l'esatta giacitura plano-altimetrica delle opere sotterranee presenti nella zona di scavo.

Per i sottoservizi che eventualmente dovessero intersecare l'andamento delle tubazioni, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne immediato avviso alla stazione appaltante che provvederà a far eseguire direttamente alle aziende di gestione dei servizi gli spostamenti che, a suo giudizio, risultino strettamente indispensabili.

Resta stabilito che non sarà tenuto nessun conto degli scavi eccedenti a quelli ordinati nelle maggiori profondità a cui l'Impresa si sia spinta senza ordine della Direzione Lavori.

Particolare cura dovrà porre l'Impresa affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo e pertanto Essa dovrà fare tutto quello che sia necessario per mantenere le opere stesse nella loro primitiva posizione utilizzando in tal senso sostegni, puntelli, sbadacchiature, sospensioni, ecc.....

Dovrà quindi avvertire immediatamente l'Amministrazione competente e la Direzione Lavori. Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, spostamenti, ecc..) e a carico dell'Impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

Nel caso che l'apertura di uno scavo provochi emanazioni di gas, si allontanerà immediatamente dalla zona ogni causa che possa provocare incendi od esplosioni e si avvertiranno le Autorità competenti.

Resta comunque stabilito che l'Impresa è responsabile di ogni qualsiasi danno che possa derivare dai lavori a dette opere nel sottosuolo e che è obbligato a ripararlo o a farlo riparare al più presto sollevando il Committente e la Direzione Lavori da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora per effetto dei lavori da eseguire dovesse manifestarsi la necessità di spostare provvisoriamente o definitivamente alcuni di tali servizi, l'Appaltatore dovrà darne preavviso alla Direzione Lavori e ottenere le necessarie autorizzazioni, le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

Attraversamenti

Gli attraversamenti di strade, ferrovie, canali, corsi d'acqua in genere, ecc... verranno effettuati secondo le disposizioni che caso per caso verranno dettate dalla Direzione Lavori.

Gli attraversamenti aerei in genere potranno venire effettuati sia mediante ancoraggio della tubazione (generalmente in acciaio) a manufatti esistenti, sia con tubo autoportante (cavallotti) od infine con travate metalliche a traliccio a sostegno della condotta, la quale potrà anche costituire parte integrante e portante della travata.

Le condotte in acciaio saranno protette termicamente con rivestimenti coibenti e protezioni esterne secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Per gli attraversamenti con spingitubo l'appaltatore dovrà preparare, a sua cura e spese, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione Lavori, il progetto particolare dell'attraversamento in accordo alle norme esistenti ed alle indicazioni fornite dall'Ente gestore della struttura da attraversare; nonchè l'ottenimento di tutti i permessi e l'espletamento di tutte le pratiche amministrative richieste dall'Ente gestore o da altri Enti interessati. Dovrà inoltre curare l'approvazione di detto progetto concordando con la Direzione Lavori le eventuali modifiche ritenute necessarie.

Paratie

Per paratia si intende un diaframma di spessore costante in calcestruzzo gettato entro scavi a pareti verticali eseguiti in terreni di qualsiasi natura, consistenza e durezza con apposite attrezzature, in fango attivo di bentonite e in presenza di armature metalliche.

Il getto del cls avviene con rifluimento dal basso verso l'alto mediante l'uso di appositi tubi (sistema contractor) o con benna apribile a fondo foro.

Una volta giunta a maturazione la sommità del getto verrà scalpellata per la ripresa con i conglomerati cementizi, semplici o armati che verranno gettati per il collegamento tra loro o con le altre strutture.

Lo scavo viene realizzato mediante benna mordente ad azionamento meccanico o idraulico in terreni di qualsiasi natura e consistenza, asciutti o bagnati ed anche in presenza di acque di falda, azionata da macchina operatrice (escavatore cingolato) munita o di asta rigida di guida (Kelly) o di impianto a fune libera sempre in presenza di fanghi bentonitici.

Il fango di perforazione sarà composto con bentonite attiva miscelata con acqua in modo da avere un peso di volume non inferiore a 1,02 kg/dmc in argilla compatta (4% in peso di bentonite) e non inferiore a 1,06 kg/dmc (10% in peso di bentonite) in materiale granulare.

La viscosità misurata con un cono di Marsh deve essere compresa tra 33 e 45 s.

Il pH deve essere di 8-9 (cartone di tornasole).

Il getto sarà costituito da cls normale a seconda della classe richiesta, di sufficiente fluidità per scorrere nelle tubazioni di getto. Slump non inferiore a 15.

Verrà assemblata un'apposita armatura da inserire nello scavo prima dell'inizio del getto. La percentuale d'acciaio sarà proporzionale alla sezione del cls (minimo 0,3%).

Per permettere il sollevamento, l'armatura sarà dotata di un anello di rinforzo in sommità.

Verranno previsti, inoltre, sui quattro lati dell'armatura opportuni ferri diagonali con funzione irrigidente. In particolare i diagonali sulle facce lato scavo e lato terreno andranno incrociati.

Non dovranno essere eseguiti due pannelli adiacenti a distanza di tempo inferiore alle 24 ore.

Materiale di risulta

I materiali di risulta degli scavi e delle demolizioni si divideranno in:

- 1) *materiali inutili*;
- 2) *materiali reimpiegabili* che possono essere utilizzati o in altre lavorazioni attinenti le opere in appalto ovvero dall'Amministrazione in lavori successivi.

I materiali inutili, dovranno essere immediatamente portati a rifiuto e smaltiti con conferimento, previo prelievo dei campioni e analisi di caratterizzazione del materiale da eseguire a tutta cura e spese dell'appaltatore, in idonee discariche, attenendosi alle disposizioni della normativa vigente ((D.lgs. 152/2006 e s.m.i., D.lgs. 36/2003, Decreto Ministero dell'Ambiente 27 settembre 2010, Decreto Ministero dell'Ambiente 5 febbraio 1998 e s.m.i., Normativa Regionale di riferimento).

All'interno dei centri abitati o su strade di intenso traffico, al fine di ridurre il disturbo al circostante traffico veicolare pedonale prodotto dai mezzi di cantiere adibiti al trasporto, la Direzione Lavori potrà disporre che i materiali inutili siano provvisoriamente stoccati in cassoni scarrabili di opportune dimensioni che saranno ubicati in aree idonee, prossime alla zona di scavo e tali da arrecare il minore disturbo alle attività circostanti, che dovranno essere immediatamente rimossi al loro riempimento e comunque alla fine della giornata lavorativa.

Gli oneri per lo stoccaggio nei cassoni scarrabili, per lo smaltimento secondo normativa, per lo scarico e la sistemazione a discarica, nonché per le tasse di conferimento s'intendono compresi nel prezzo del trasporto a rifiuto, intendendosi tale onere compreso nel prezzo stabilito per lo scavo.

I materiali reimpiegabili in altre lavorazioni attinenti le opere in appalto, dopo essere stati adeguatamente puliti e vagliati per renderli idonei al reimpiego, saranno generalmente depositati lateralmente alle trincee, disposti in modo da non creare danni alle opere pubbliche e private, ostacoli per il passaggio, il traffico e le manovre degli operai, mantenendo libera la zona stradale riservata al transito, ed in modo da prevenire ed impedire l'invasione delle trincee dalle acque meteoriche e superficiali, nonché gli scoscendimenti e smottamenti delle materie depositate e ogni altro eventuale danno.

Quando i materiali non debbano essere immediatamente reimpiegati, o quando i lavori ricadono su strade pubbliche o private, o comunque su disposizione insindacabile della D.L., i materiali da reimpiegare dovranno essere trasportati in luogo più adatti da procurarsi a cura e spese dell'Impresa, donde saranno poi di volta in volta ripresi.

Tutti gli oneri conseguenti all'allontanamento provvisorio e alla successiva ripresa (carico, trasporto, scarico e sistemazione), anche se da effettuarsi a mano, saranno a carico dell'impresa essendo compensati nei prezzi relativi alle demolizioni e ricostruzioni.

I materiali reimpiegabili dall'Amministrazione in altri lavori successivi e diversi da quelli in appalto, dopo essere stati adeguatamente puliti, dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere e trasportati ed ordinatamente accatastati in idonei siti, distanti non più di 20 km, che saranno indicati dall'Amministrazione.

L'onere conseguente alla pulizia, al trasporto e all'accatastamento s'intende compreso e compensato nei prezzi relativi alle demolizioni.

Demolizioni

Generalità

E' fatto obbligo all'Impresa di accertare con la massima cura la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso sia nei particolari in modo da conoscerne la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.

L'Impresa potrà intraprendere le demolizioni con i mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dalla esecuzione dei lavori di demolizione sia l'Amministrazione Appaltante che i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi l'Impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni:

- a) il personale addetto alle opere di demolizione dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori che per la individuazione immediata di condizioni di pericolo;
- b) l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di dieci persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;

- c) i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
- d) si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.

Prima dell'inizio delle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, acqua, gas, ecc...; esistenti nella zona dei lavori: a tal fine l'Impresa dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società ed Enti eroganti.

L'allontanamento dei materiali di risulta di edifici a più piani dovrà essere particolarmente curato affinché non si verifichino confusi accatastamenti, sovraccarichi e pressioni pericolose su strutture orizzontali e verticali.

E' vietato nel modo più assoluto gettare il materiale dall'alto a meno che non venga convogliato in appositi canali.

L'imboccatura superiore di detti canali dovrà essere tale che non vi possano cadere accidentalmente delle persone; ogni tronco di canale dovrà essere imboccato in quello successivo e gli eventuali raccordi dovranno essere adeguatamente rinforzati; l'ultimo tratto dovrà essere inclinato così da limitare la velocità di uscita dei materiali. Tutti gli altri materiali di risulta per i quali non possa servire il canale andranno calati a terra con mezzi idonei e con particolare cura.

L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi e non esistenti che interessano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il materiale di risulta delle demolizioni, e inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica, se destinato a riempimento dovrà essere trasportato in aree indicate dalla Direzione lavori nell'ambito del cantiere.

Saranno considerati calcestruzzi armati, per quanto riguarda le demolizioni, quelli che hanno un'armatura in ferro superiore a 10 kg/mc.

Rinterri

Generalità

Per la esecuzione dei rinterri verranno comunemente impiegati i materiali di risulta degli scavi di cantiere o se indicato nei disegni e/o richiesto dalla Direzione Lavori, si utilizzeranno materiali provenienti dalle cave di prestito.

Per la esecuzione dei rilevati verranno in genere impiegati, salvo contrarie indicazioni della Direzione Lavori materiali non coerenti (sabbia, ghiaia o pietrisco) o coerenti (limi argillosi, argille) anch'essi provenienti sia dagli scavi in cantiere sia da cave di prestito approvate. Tutti i materiali impiegati saranno preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. I materiali per i rinterri ed i rilevati dovranno essere disposti in strati dello spessore di circa 30 - 40 cm, quindi bagnati e compattati al 70% della densità relativa del materiale impiegato o al 90% dell'optimum Proctor mediante costipatori meccanici od altri mezzi ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà al rinfiacco dei tubi sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore.

Il rinfiacco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e quindi spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano.

In questa fase bisognerà stare attenti a non spostare e a non danneggiare la tubazione, a verificare che non rimangano zone vuote sotto la stessa e che il rinfiacco tra tubo e parete

dello scavo sia continuo e compatto; in tale fase si recupereranno le eventuali impalcature poste per il contenimento dello scavo.

Ultimato il rinfilanco si procederà al rinterro della trincea.

Il rinfilanco ed il riempimento dei cavi sarà eseguito con le modalità previste in progetto, e comunque vietato l'impiego di materie impregnate di liquami cloacali o di residui industriali, di materiali di natura argillosa, contenenti scorie o terreni gessosi, che possano aggredire clinicamente le opere, ovvero erba, legno, torba e simili, che possano successivamente provocare sprofondamenti.

Il rinterro della trincea di posa delle tubazioni sarà realizzato per strati successivi ciascuno di altezza non maggiore di cm 25, regolarmente spianati, bagnati ed accuratamente pistonati con vibratore a piastre o altre idonee macchine costipatrici. Qualora il materiale di riempimento fosse costituito da pietrame o da scapoli di roccia, proveniente dagli scavi l'Impresa dovrà provvedere alla frantumazione, per ridurli a dimensioni non maggiori di cm 10, e alla successiva messa in opera a mano, nella parte di rinterro superiore a quello di prima copertura, in modo da evitare col loro getto alla rinfusa, i danneggiamenti dei tubi. Gli spazi vuoti saranno riempiti con terre minute.

Posto che le modalità di esecuzione dei rinterri devono comunque garantire da successivi cedimenti, nel caso di rinterri di condotte in sede stradale con la compattazione si dovrà raggiungere una densità pari al 90% della densità massima Proctor-Mod. per poi procedere alla ricostruzione della pavimentazione demolita con le modalità indicate nel corrispondente articolo del presente Capitolato.

Eguali norme saranno tenute per il riempimento a tergo di opere murarie.

L'assuntore resta sempre unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alla condotta in dipendenza del modo con cui si esegue il rinterro.

Per le condotte il cui tracciato si svolge in sede propria, se previsto in progetto o su disposizione della D.L., sul rinterro precedentemente eseguito, si provvederà alla sistemazione in rilevato, di tutto o parte, del materiale eccedente con sezione trapezia sul rinterro precedentemente eseguito. In generale il rinterro totale non dovrà risultare inferiore a m 1,50 dalla generatrice superiore della tubazione; per raggiungere tale scopo, non solo le condotte dovranno essere situate a profondità convenienti, ma se non bastasse il materiale scavato e depositato lateralmente, l'assuntore dovrà provvedere a tutte sue cure e spese agli eventuali trasporti longitudinali ovvero a prelevare il materiale da cave di prestito.

Tanto la sommità che le scarpate del rilevato dovranno essere rivestiti con uno strato non inferiore a 10 cm. di terra vegetale o almeno di materiale più minuto, misto a terriccio proveniente dagli scavi.

L'assuntore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli ben allineati e profilati compiendo quindi a sue spese durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate, delle banchine e l'espurgo dei fossi.

Tutti gli eventuali ricarichi che si rendessero necessari per mantenere i rinterri al piano di campagna o stradale saranno eseguiti dall'assuntore a tutte sue cure e spese fino al collaudo.

Art. 6 - Muratura a secco e riempimento di pietrame a secco

Murature in pietrame a secco

I muri a secco devono eseguirsi con pietre il più possibile di forma regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda.

Le pietre saranno collegate nel miglior modo fra loro, rinzeppandone gli interstizi tra pietra e pietra con scaglie conficcate col martello, e scegliendo per le facce viste e, specialmente, per

il coronamento le pietre di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire, così, con l'accuratezza della costruzione alla mancanza di malta.

Il paramento delle facce viste deve essere eseguito a superficie regolare secondo le forme prescritte, cercando di limitare, il più possibile, gli spazi fra le pietre, e riempiendo i vani stessi con le scaglie battute coi martello.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della Direzione dei Lavori vi si dovranno eseguire anche opportune feritoie regolarmente disposte, anche a più ordini, per lo scolo delle acque.

Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature e simili)

I riempimenti di pietrame a secco per fognature, banchettoni di consolidamento, drenaggi e simili devono essere formati con pietre da collocarsi in opera ad una ad una, sistemandole a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Art. 7 - Malte

Gli ingredienti per la preparazione degli impasti dovranno possedere i requisiti e le caratteristiche di cui alle norme vigenti ed alla buona regola dell'arte.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo quanto riportato nel titolo I del D. M. LL.PP. del 20.11.1987.

La Direzione dei Lavori ha la facoltà di variare tali proporzioni e l'Appaltatore dovrà uniformarsi agli ordini ricevuti. Se il tipo di malta e la classe non sono specificati negli elaborati progettuali l'appaltatore dovrà seguire le indicazioni della D.L..

L'impiego di malte preconfezionate è consentito, purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la qualità dei leganti e degli eventuali additivi.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 03.06.1968 e successive integrazioni o modifiche.

Art. 8 - Opere in conglomerato cementizio normale ed armato

1) *Impasti di conglomerato cementizio* - Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità con quanto previsto dal D.M. 14.01.2008. La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Partendo dagli elementi già fissati, il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza e alla durabilità richiesta per il conglomerato. L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività. L'impasto dovrà essere fatto con mezzi idonei, ed il dosaggio dei componenti sarà eseguito con modalità atte a garantire la costanza delle proporzioni previste in sede di progetto.

2) *Controlli sul conglomerato cementizio* - Per i controlli sul conglomerato ci si atterra a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008. La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

3) *Controlli in cantiere delle armature per calcestruzzo* - Per i controlli sugli acciai per l'armatura del calcestruzzo ci si atterra a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008.

- 4) *Controlli in stabilimento delle armature per calcestruzzo* – Per ogni stabilimento di provenienza e per ogni partita gli acciai per armatura dovranno essere accompagnati dai certificati di prova di cui al D.M. 14.01.2008. Detti certificati dovranno essere trasmessi alla D.L..
- 5) *Opere in cemento armato* - Nell'esecuzione dei lavori in cemento armato normale e precompresso l'Impresa sarà tenuta alla piena osservanza delle norme di cui al D.M. 14.01.2008. La classe di resistenza del calcestruzzo (designata in base alla resistenza caratteristica a compressione a 28 gg.) deve essere quella riportata negli allegati progettuali e, comunque, non deve essere inferiore al valore raccomandato dalla norma UNI EN 206-1:2001 e UNI 11104:2004, per soddisfare i requisiti di durabilità del calcestruzzo in funzione della classe di esposizione ambientale. Nel caso di strutture che dovranno contenere acqua destinata al consumo umano, se non espressamente specificato o diversamente previsto negli allegati progettuali, la classe di esposizione del calcestruzzo dovrà essere la XD2 (UNI EN 206-1:2001 e UNI 11104:2006, mentre nel caso di strutture destinate ad entrare in contatto con acqua di fogna, la classe di esposizione del calcestruzzo dovrà essere la XA2. Per una buona compattazione, se non espressamente specificato o diversamente previsto negli allegati progettuali, la classe di consistenza del calcestruzzo al momento del getto dovrà essere uguale, a) nel caso di costruzioni con cassero rampante (serbatoi pensili, torrioni piezometrici, ecc....), almeno alla S3 di abbassamento al cono di Abrams (UNI EN 12350-2); b) in tutti gli altri casi dovrà essere uguale almeno alla S4. Per i calcestruzzi utilizzati per vasche, serbatoi o altri manufatti che dovranno entrare in contatto con acqua destinata al consumo umano, gli eventuali additivi e aggiunte dovranno essere conformi alle prescrizioni del D.M. n°174 del 06.04.2004 e del D.Lgs. n. 31 del 02.02.2001. Il tipo di cemento da utilizzare per la confezione dei calcestruzzi, se non espressamente specificato o diversamente previsto negli allegati progettuali, sarà: cemento d'altoforno tipo III o cemento pozzolanico tipo IV secondo la UNI EN 197-1:2006. Per le opere che dovranno entrare in contatto con acque e terreni contenenti solfati si dovranno utilizzare esclusivamente cementi resistenti ai solfati qualificati secondo le UNI EN 197-1 e UNI 9156. Per le opere in presenza di acqua, se non diversamente riportato negli allegati progettuali, dovranno impiegarsi esclusivamente cementi tipo CEM III o CEM IV ad alta resistenza iniziale. Per le opere a tenuta idraulica, dovrà essere rispettato tale requisito di tenuta, il quale si consegue garantendo un coefficiente di permeabilità inferiore a 1,10-13 m/s e una profondità media della penetrazione di acqua di 20 mm (UNI EN 12390-8). Gli impasti dovranno essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio di presa al momento del getto. Durante il getto dovranno essere adottate tutte le precauzioni necessarie a scongiurare la segregazione del calcestruzzo. Non potrà gettarsi calcestruzzo sotto acqua, se non dietro esplicita autorizzazione della Direzione dei Lavori ed osservando, caso per caso, le norme che verranno da essa stabilite. I calcestruzzi dovranno essere costipati a rifiuto mediante un energico trattamento per via meccanica. Non è ammessa in nessun modo la costipazione manuale. Nel caso eccezionale si debba proseguire la costruzione sopra il calcestruzzo che abbia già fatto presa, si dovrà adottare ogni precauzione affinché il nuovo calcestruzzo si leghi adeguatamente a quello vecchio. Durante la stagionatura del getto le strutture non dovranno essere assoggettate a sollecitazioni dinamiche e dovranno essere protette nel caso di temperature elevate. Dovrà essere prevista una stagionatura umida della superficie del calcestruzzo per almeno 7 gg. dopo la scasseratura. A tal fine occorrerà che la superficie a vista della struttura sia bagnata continuamente con acqua nebulizzata, oppure coperta con teli impermeabili o ancora tratta con membrane anti evaporanti applicate a spruzzo subito dopo l'avvenuta scasseratura. I relativi oneri sono compresi

nelle relative voci di elenco prezzi anche se non espressamente citati. Qualora la temperatura dovesse scendere al di sotto di valori tali da temere il congelamento dell'acqua all'interno del getto, con conseguente possibilità di disgregazione della massa cementizia, bisognerà proteggere i getti già realizzati con mezzi idonei come, ad esempio, coperture isolanti. I relativi oneri sono compresi nelle relative voci di elenco prezzi anche se non espressamente citati. Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele. I distanziatori per armature dovranno essere in materiale compatibile con la durabilità del calcestruzzo armato e dovranno garantire il copriferro previsto negli allegati progettuali, il quale non potrà essere inferiore a quello previsto dalla UNI EN 1992-1-1:2005. Non è ammesso in nessun modo l'utilizzo i come distanziatori di spezzoni di tondini di ferro. Nel caso di pareti contro acqua, i sistemi di collegamento delle casseforme dovranno essere del tipo a tirante incorporato nel getto o un sistema analogo tale da garantire il requisito di tenuta della membratura. L'armatura del conglomerato sarà del tipo previsto dal progetto e dovrà essere conforme alle prescrizioni dettate dal D.M. 14.1.2008. Nel caso di utilizzo di armature zincate per calcestruzzi, queste dovranno essere conformi anche alla UNI 10622-97. Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano inevitabili, si dovranno realizzare possibilmente nella zona di minor sollecitazione ed in ogni caso dovranno essere opportunamente sfalsate. Le forme ed i casseri di legno o metallici, le armature provvisorie di sostegno per l'esecuzione di manufatti, quali volte, solette, cunicoli e simili verranno realizzate nel rispetto del D.P.R. 07.01.1956 n. 164, e saranno a totale carico dell'Impresa, intendendosi la relativa spesa compresa interamente nell'onere della realizzazione delle opere in conglomerato cementizio armato. La Direzione dei Lavori potrà richiedere, anche nei casi non previsti dal suddetto D.P.R. che l'Impresa presenti i disegni ed i calcoli di stabilità delle armature provvisorie, impalcature, casseri, centine, ponti di servizio, redatti da un ingegnere od architetto, e disporre le modifiche che riterrà necessarie, senza che per questo vengano menomate le responsabilità dell'Impresa a termini di legge. Prima del getto del calcestruzzo, i casseri andranno puliti con cura, innaffiati abbondantemente (nel caso di casseri in legno) ed eventualmente trattati con prodotti disarmanti. I disarmanti utilizzati per casseforme di ogni tipo, a sostegno di superfici che dovranno entrare in contatto con acqua destinata al consumo umano, dovranno essere conformi alle prescrizioni del D.M. n°174 del 06.04.2004 e del D.Lgs. n°31 del 02.02.2001. Nessun getto di calcestruzzo dovrà essere iniziato prima che la D.L. abbia verificato la disposizione dell'armatura, e ciò sotto pena per l'assuntore di demolire il lavoro già fatto, ferme restando tutte le responsabilità dell'assuntore stesso sino al collaudo. Il disarmo dovrà essere eseguito secondo le norme vigenti, salvo particolari disposizioni della Direzione dei Lavori, senza che per questo l'Impresa possa pretendere indennità o compenso all'infuori del pagamento dei lavori regolarmente eseguiti ai prezzi contrattuali. La resistenza andrà accertata con opportuni mezzi di indagine non distruttivi (sclerometro, sonreb, pull-out, ecc.....). Il disarmo dovrà essere eseguito in modo graduale per evitare l'insorgere di azioni dinamiche non previste in fase di calcolo. Dopo il disarmo dell'opera, si dovranno regolarizzare le facce in modo da togliere eventuali risalti e sbavature. Eventuali imperfezioni dovute ad una scorretta compattazione, quali nidi di ghiaia, vuoti ecc....., o ad una scorretta maturazione del getto, se ritenute dalla D.L. tali da non compromettere la funzionalità dell'opera, dovranno essere risarcite, a cura e onere dell'Impresa, con idonee malte cementizie a ritiro compensato o simili approvate dalla D.L..

- 6) *Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato - Nell'esecuzione delle opere in c.a., l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nelle norme tecniche vigenti.*

- I solai dovranno essere progettati e costruiti tenendo conto di quanto disposto dal D.M. 14.01.2008.
- Per i solai realizzati con elementi prefabbricati vale anche quanto previsto nell'articolo seguente.

Art. 9 - Casseformi

Generalità

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole sufficientemente robuste, ben collegate fra loro e controventate ad evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- a) casseforme per getti da intonacare o contro terra e comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purchè ben diritto ed accuratamente connesso, o metalliche;
- b) casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche ed in tavolame accuratamente piallato o stuccato a gesso o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati.

Quanto indicato dai disegni esecutivi, gli spigoli verticali e orizzontali dovranno essere smussati ed arrotondati.

L'arrotondamento suddetto si realizzerà con opportuni listelli disposti nelle casseforme.

In particolare dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiaccia di cemento e conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali.

Tale tenuta sarà realizzata, oltre che con l'adozione dei listelli triangolari di smusso, mediante accurata stuccatura e con rabboccamento esterno perimetrale di malta povera specie nei punti di ripresa a spicco dei pilastri da solette o strutture già eseguite.

Casseforme Centinate

Per i cunicoli, canalette, serbatoi, ponti, viadotti, ecc.. potranno essere richieste casseforme centinate, cilindriche o sagomate. Tali casseforme dovranno rispettare le linee ed i raggi indicati sui disegni, i pannelli metallici dovranno essere incurvati o se in masonite o lamiera in modo da evitare la vista di facce piane lungo le pareti ad arco. Particolare cura dovrà essere adottata per i puntellamenti e le tirantature delle casseforme per mantenere entro le tolleranze i getti finiti. La Direzione Lavori potrà permettere l'uso di casseforme scorrevoli o pneumatiche.

Tiranti di Ancoraggio

I tiranti di ancoraggio disposti per sostenere i casseri debbono essere sommersi nel calcestruzzo e tagliati ad una distanza non inferiore a due volte il diametro od al doppio della dimensione minima dalla superficie esterna.

La parte finale dei tiranti deve essere costruita in modo tale che al momento della loro rimozione non si abbia alcun danneggiamento alla superficie a vista del calcestruzzo.

Eventuali danneggiamenti dovranno essere immediatamente riparati a cura ed a spese dell'Impresa secondo le istruzioni della Direzione Lavori.

Pulizia e Lubrificazione

Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiaccia od altra sostanza estranea.

Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme stesse che verranno in contatto con il calcestruzzo, dovranno essere lubrificate con olio di paraffina raffinato in modo da migliorare lo stacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo. Non sarà permesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto.

Disarmo

Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso. In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Potrà inoltre essere necessario che le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, di particolari strutture vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta della Direzione Lavori.

Art. 10 - Manufatti prefabbricati

Tutti le forniture di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato normale e precompresso ad uso strutturale, cioè utilizzati singolarmente o assemblati tra loro per la realizzazione di strutture, debbono essere accompagnati dalla seguente documentazione che dovrà essere trasmessa alla D.L. per la relativa accettazione:

- per elementi prefabbricati ricadenti nelle procedure di marcatura CE la fornitura dovrà essere accompagnata dalla Dichiarazione di Conformità del produttore alla parte armonizzata della specifica norma europea e su richiesta della D.L. anche dal Certificato del Controllo di Processo di Fabbrica emesso da un Organismo Notificato al produttore;
- per elementi prefabbricati non ricadenti nelle procedure di marcatura CE prodotti in produzione occasionale, in serie dichiarata (p.to 4.1.10.2.1 delle NTC) o controllata (p.to 4.1.10.2.2 delle NTC), la fornitura deve essere accompagnata a seconda dei casi previsti dalle norme, dal Benestare Tecnico Europeo (se fa riferimento a delle Linee Guida) o dal Certificato di idoneità Tecnica all'impiego rilasciato dal STC del Consiglio Superiore dei LL.PP.. Inoltre per prodotti non soggetti a marcatura CE la qualificazione dello stabilimento di produzione deve contenere anche la Certificazione del controllo di processo del calcestruzzo (FPC) in accordo al cap.11.2 delle NTC. Inoltre la fornitura deve essere accompagnata da apposite istruzioni indicanti le procedure di movimentazione, posa e regolazione dei manufatti redatte come riportato al p.to 11.8.5. delle NTC e dagli elaborati tecnici (disegni, particolari costruttivi, ecc.....) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione redatti nel rispetto del p.to 11.8.5 delle NTC.

Art. 11 - Opere di carpenteria metallica e Strutture in acciaio

Generalità

Sono incluse in questa categoria tutte quelle opere metalliche di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte degli apparecchi o attrezzature.

Le opere di carpenteria metallica vengono distinte in due categorie: grossa carpenteria e piccola carpenteria.

La prima categoria include impalcati, strutture portanti, capriate ecc.... La seconda categoria comprende le opere di minore mole e di maggiore lavorazione come scale in ferro esterne ed interne, inferriate, impalcati e sopralzi con sovraccarichi inferiori a 500 kg/mq e con altezze dal piano di appoggio non superiore ai 3 metri; anche tutte le opere di sostegno di scale e pianerottoli nonché spezzoni di profilati e di tubo di ferro annegati nei getti di calcestruzzo sono inclusi in questa categoria.

Le varie parti dovranno essere progettate ed eseguite in base alle norme tecniche vigenti ed in particolare secondo le "Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione delle costruzioni in acciaio" contenute nelle norme CNR - UNI n. 10011 - 10016 ultima edizione. Tutta la carpenteria metallica sarà fornita già dipinta con una mano di vernice antiruggine allo zinco da catalizzare data in officina.

Materiali

Nella costruzione dovranno essere impiegati profilati, tondi e larghi, piatti in Fe 37 B ed Fe 52 B UNI 5334/64, lamiere in Fe 37 C ed Fe 52 C UNI 5335/64 rispettivamente per i tipi 1 e 2 degli acciai al carbonio previsti dalle Norme CNR - UNI 10011 per spessori minori o uguali a 30 mm.

Per spessori maggiori di 30 mm le classi degli acciai dovranno essere di tipo C per i profilati e di tipo D per le lamiere.

La bulloneria ed i tirafondi di fondazione come indicato nelle norme CNR - 10011; ma in ogni caso mai inferiori a Fe 42 B.

Nel caso di unioni ad attrito le caratteristiche meccaniche e dimensionali dei bulloni ad alta resistenza dovranno essere corrispondenti a quelle del prospetto 2-11 delle norme CNR-UNI 5744/66.

L'acciaio inossidabile sarà del tipo AISI 304.

Parapetti Metallici

I parapetti metallici potranno essere:

- a) del tipo fisso con montanti e correnti in tubo di diametro adeguato alle caratteristiche della posizione o funzione del parapetto con corrimano che potrà essere tubolare o di altra sezione e parapiede sagomato e rinforzato;
- b) del tipo smontabile con montanti tubolari con possibilità di sfilaggio, alloggiamento nelle strutture murarie o metalliche, spinotti per fissaggio e catenelle di protezione;
- c) del tipo tubolare per scale con montanti e correnti in tubo di diametro adeguato, con corrimano tubolare.

Ogni tipo di parapetto sarà dato in opera completo delle necessarie zanche e piatti per il fissaggio al calcestruzzo o alle opere metalliche, in modo che non abbiano a verificarsi vibrazioni di sorta e saranno conformi alla norme I.S.P.E.S.L.; il campione dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Grigliati Zincati

I grigliati zincati, il cui tipo dovrà essere sottoposto alla approvazione della Direzione Lavori, dovrà essere previsto per sovraccarico di 500 kg/mq.

Sarà cura della Direzione Lavori, in base ai disegni costruttivi forniti dall'Impresa, stabilire la divisione e le misure dei pannelli, ma l'Impresa sarà pienamente responsabile della stabilità e resistenza sia della struttura portante che dei grigliati con particolare riferimento agli spessori ed alle maglie degli stessi nonché alla resistenza alle vibrazioni sotto carico.

Gli appoggi dei grigliati saranno realizzati con telai in profilati zincati opportunamente zincati e messi in opera ai bordi nelle strutture murarie.

Le lamiere striate per la copertura di pozzetti, botole, specchiature attraversate da tubazioni, ecc.... avranno spessore 5 mm e 6 mm, sotto stria. Ove la luce degli appoggi lo richieda, la lamiera sarà opportunamente rinforzata con intelaiatura di angolari e piatti in modo che non si abbiano a verificare spancamenti o vibrazioni sotto carico.

Gli appoggi delle lamiere saranno realizzati con telai composti da profilati a Z opportunamente zincati ai bordi delle aperture.

Scale alla Marinara

Le scalette alla marinara saranno realizzate con tubi di diametro adeguato all'altezza della scala stessa e saranno complete di attacchi alle strutture murarie o metalliche.

Lamiere zincate, di rame ed inox

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali canali di gronda, scossaline, converse ecc... dovranno essere impiegate lamiere zincate con rivestimento delle lamiere del tipo 381 g/mq, inteso come consumo di zinco per unità di superficie, il valore suddetto e comprensivo delle due facce.

Per lamiere dello spessore fino a 0,6 mm l'acciaio dovrà essere del tipo Aq. 34; per spessore di 0,8 o superiore l'acciaio dovrà essere del tipo Aq. 42.

La finitura delle lamiere sarà normale stellare e la protezione superficiale sarà eseguita con acido cromico.

Le lamiere di rame semicrudo avranno spessore 0,8 mm.

L'acciaio per le lamiere INOX sarà del tipo AISI 304.

Piombo

Le lastre di piombo dovranno corrispondere per qualità e caratteristiche alla norma UNI 3165.

Pluviali

Le tubazioni di scarico dell'acqua meteorica dovranno, se collocate all'esterno degli edifici, essere in lamiera zincata oppure di rame con le caratteristiche di cui al punto 28.2.1 e di spessore mai inferiore a 0,8 mm (al netto della verniciatura per l'acciaio zincato). I pluviali interni potranno essere in PVC.

Le tubazioni dovranno essere collegate alle pareti mediante apposite fascette di rame e/o ferro zincato, rivestite all'interno con guarnizioni di polietilene di adeguato spessore e provvisti di bulloncini per serraggio.

I giunti fra i vari tratti dei pluviali verranno eseguiti con apposito incastro, tale da non ridurre la dimensione esterna dei pluviali e non impedire nello stesso tempo lo scorrimento del flusso meteorico e con ribordatura per appoggio sulla fascetta atta ad impedire lo scorrimento del pluviale. I giunti dovranno essere eseguiti in corrispondenza della posizione delle fascette.

Nel caso che i pluviali siano internati nelle murature, essi dovranno essere di ghisa con le caratteristiche di cui al punto 28.2.3. Le gole ricavate nelle murature per permettere il passaggio ai pluviali dovranno essere di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni e per fissare le tubazioni con adatti sostegni; si prescrive inoltre che le tubazioni dovranno correre ad almeno 3 cm dalle pareti delle gole stesse.

Scossaline

Sui frontali delle strutture di copertura, sui raccordi tra le falde, per eventuali raccordi fra strutture varie e dove indicato dai disegni costruttivi, saranno applicate copertine, scossaline in lamiera zincata o di rame, fissate alle strutture mediante piatti in acciaio zincato (calastrelli) o di rame. Questi ultimi se fissati alle strutture in cemento armato o muratura saranno ancorati su tassellatura già predisposta.

Art. 12 - Massicciate stradali

- 1) Appena le materie di riempimento dei cavi saranno assestate si procederà alla ricopertura con pietrisco dei tratti di strada attraversata o percorsi dalle tubazioni e dalle fogne e relativi manufatti.
- 2) La massicciata avrà l'altezza non minore di quella preesistente ovvero di quella stabilita negli elaborati progettuali. A lavoro ultimato la strada dovrà presentare la stessa sagoma e la stessa struttura che aveva prima dell'apertura dei cavi.
- 3) L'Impresa dovrà tutta sue cure e spese eseguire i ricarichi di pietrisco che per causa di pioggia o di ulteriori assestamenti delle terre fossero necessari per rimettere al ripristino il piano stradale.
- 4) Le fondazioni stradali saranno realizzate di norma, con terra mista granulare sabbiolinetta ghiaiosa di opportuna granulometria, in strati di spessore proporzionati sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a 30 cm.
- 5) Ogni strato dovrà essere assestato mediante adeguata cilindatura.
- 6) Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, e necessaria la correzione con altro materiale adatto, aiutando la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo.
- 7) Lo strato più superficiale della fondazione stradale sarà realizzato mediante terra stabilizzata granulometricamente di opportuno spessore.
- 8) A lavoro ultimato la superficie della fondazione dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.

Art. 13 - Pavimentazioni stradali

Demolizioni

Le demolizioni e le rimozioni delle pavimentazioni stradali dovranno essere contenute sempre nei limiti della larghezza strettamente necessaria all'apertura del sottostante scavo e saranno comunque valutate in base alle norme stabilite dal presente capitolato indipendentemente dalle larghezze effettivamente eseguite. Ai fini della buona esecuzione delle opere si riterrà che la sezione di apertura di una pavimentazione ad elementi sia sufficiente alla necessità di lavoro, quando le punte dei pezzi non rimossi, basoli o mattonelle corrispondono all'impionbatura delle pareti dello scavo.

Per le strade e marciapiedi con pavimentazioni in asfalto la demolizione sarà preceduta dal taglio del manto e della fondazione con macchine continue (clipper o coltelli) eseguendo un taglio a spigolo vivo ed ad andamento perfettamente lineare per consentire il perfetto ripristino.

Nella rimozione dei cordoni dei marciapiedi e delle pavimentazioni in basoli vulcanici e calcarei, si dovrà aver cura di smuovere i pezzi con l'aiuto di magli di legno e di leve senza produrre rotture od abrasioni negli spigoli di combaciamento, con l'obbligo dell'Impresa della sostituzione degli elementi rotti, spezzati o comunque danneggiati.

Il materiale, opportunamente numerato e perfettamente ripulito dei vecchi strati di malta e/o del sovrastante manto bituminoso, dovrà essere accantonato con ordine per il reimpiego.

Quando non debbano essere immediatamente reimpiegati, o quando per la ristrettezza della zona, o per motivi di traffico non fosse possibile depositarli lateralmente alla trincea, o comunque su disposizione insindacabile della D.L., i materiali demoliti, dopo la pulizia, dovranno essere trasportati in luoghi più adatti, da procurarsi a cura e spese dell'impresa, donde poi saranno eventualmente di volta in volta ripresi per la successiva collocazione in opera.

Tutti gli oneri (carico, trasporto, scarico e sistemazione) conseguenti all'allontanamento provvisorio, alla successiva ripresa nonché quelli di custodia saranno a carico dell'impresa essendo compensati nei prezzi relativi alle demolizioni e ricostruzioni.

Poichè i materiali provenienti dallo svellimento delle pavimentazione in basolato sono di proprietà della stazione appaltante, l'Impresa rimarrà sempre responsabile degli stessi fino alla loro ricollocazione in opera e, per quelli eccedenti, sarà onere dell'Impresa caricare, trasportare, scaricare e smaltire il materiale residuo.

Fresatura di strati in conglomerato bituminoso

Le 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.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera.

L'impresa si dovrà attenere scrupolosamente agli spessori di fresatura stabiliti in progetto o, in fase esecutiva, dalla D.L..

Se gli spessori dovessero risultare in eccesso, le maggiori quantità, sia di fresatura che del materiale di successiva pavimentazione, resteranno a carico dell'Impresa.

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 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.

Ricostruzioni e nuove costruzioni

Salvo diversa previsione progettuale, il ripristino delle sovrastrutture dovrà essere eseguito a perfetta regola d'arte con le medesime caratteristiche costruttive e tecnologiche di quelle esistenti, mediante il rifacimento totale delle stratificazioni rimosse nell'ordine della loro costituzione, quand'anche esistessero altre pavimentazioni sotto il manto bituminoso (ossatura, massiciata, pietrisco, eventuale pavimentazione preesistente, manto e tappeti bituminosi, basolati, pavimentazione dei marciapiedi, zanelle, ecc....). Il ripristino delle pavimentazioni stradali e dei marciapiedi dovrà garantire l'uniformità di resistenza dell'intera sede stradale (fondazione e pavimentazione) e non deve alterare o modificare i profili e le sagome stradali sia longitudinalmente che trasversalmente.

Nessuna pavimentazione dovrà essere ricostruita se non si sia realizzato un conveniente costipamento del materiale di rinterro. Pertanto (per evitare la presenza di detriti sulla sede stradale, il sollevarsi di polvere, per consentire le normali operazioni di pulizia e spazzamento delle strade e, in generale, per evitare qualsiasi disagio alla circolazione veicolare e pedonale che deve svolgersi sempre nelle condizioni di massima sicurezza) l'Appaltatore, qualora non provveda ad un immediato ripristino delle pavimentazioni, eseguiti i rinterri, dovrà procedere alla immediata stesura di uno strato bituminoso ristabilendo il livello del piano stradale. Tale strato sarà periodicamente ricaricato, sempre con materiali bituminosi, per colmare tutti gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati sia a seguito di cedimenti dei rinterri sia a seguito degli effetti di maltempo anche eccezionale. Dopo l'assestamento del rinterro si procederà allo scavo in cassonetto, rimuovendo tutto lo strato superficiale per una

profondità che consenta il ripristino definitivo delle pavimentazioni stradali con le modalità previste in progetto. Tale maniera di procedere dovrà essere attuata anche nel caso di strade con pavimentazione in basolato dove se, non si provvede all'immediato ripristino dello stesso, si dovrà eseguire una pavimentazione provvisoria in conglomerato bituminoso che andrà successivamente rimossa avendo cura di procedere alla pulizia dei basoli.

Le pavimentazioni definitive e le eventuali fresature, dovranno essere comunque realizzate entro 45 gg. dalla esecuzione dei rinterri, salvo disposizioni diverse che potranno essere impartite dall'Amministrazione appaltante in dipendenza della necessità della stessa di eseguire o far eseguire altri lavori che debbano svolgersi sulle stesse strade da pavimentare.

I lavori dovranno poi essere condotti in modo tale che una volta eseguiti quelli riguardanti una singola strada, o parte della stessa, e ripristinate le pavimentazioni definitive, non si debba successivamente intervenire con altre lavorazioni sia pure necessarie ad eseguire collegamenti con altri tronchi di progetto o esistenti.

Tutti gli oneri conseguenti a tali operazioni (pavimentazione bituminosa provvisoria, ricarica della stessa, rimozione e scavo in cassonetto, ecc.....) s'intendono a carico dell'Appaltatore in quanto già compresi nei prezzi di appalto.

Ultimata la ricostruzione delle pavimentazioni, nell'intento di evitare guasti dovuti al passaggio dei veicoli, nel caso di pavimentazioni stradali, e di pedoni, nel caso di pavimentazioni di marciapiedi, e di dar tempo alle pavimentazioni stesse dal raggiungere una conveniente consistenza, si avrà cura di difendere la superficie ribasolata con sufficiente strato di terra o sabbia per il periodo necessario.

L'assuntore ha altresì l'obbligo di provvedere a tutte sue cure e spese a deviare il traffico mediante costruzioni di ripari in legname ogni qualvolta ciò sarà ritenuto necessario dalla Direzione dei lavori, per non recare danno alle pavimentazioni ricostruite.

Per le pavimentazioni su marciapiedi, in corrispondenza degli ingressi degli stabili, saranno distesi, a spese dell'assuntore, adatti tavolati per consentire il passaggio dei pedoni e di eventuali veicoli.

Le terre di copertura a difesa temporanea delle pavimentazioni ricostruite saranno portate a rifiuto, a cura e spese dell'assuntore, a consolidamento avvenuto.

L'onere per l'asportazione del materiale di riempimento del cavo dopo il relativo consolidamento, nonché il trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza del materiale stesso per far luogo alla ricostruzione e costruzione di ossatura, di massiciata, sottofondi di calcestruzzo cementizio per le pavimentazioni stradali bitumate e normali di qualsiasi tipo e esclusivamente a carico e spese dell'Impresa senza alcun diritto a rivalsa.

L'assuntore sarà comunque responsabile dei cedimenti, sconnessioni ed alterazioni delle pavimentazioni ricostruite e dovrà rifare a tutte sue cure e spese il lavoro, rimanendo egli garante della buona riuscita delle pavimentazioni stesse fino al collaudo definitivo delle opere appaltate.

Per l'inizio e la condotta dei lavori, per la manomissione delle strade e piazze, per la conservazione del traffico sulle strade e sui marciapiedi, la continuità degli scolli dell'acqua, la difesa dei cavi, l'incolumità delle persone e per tutto quanto, possa avere riferimento alle servitù provvisorie che possono determinarsi sulle vie e piazze pubbliche, l'Impresa dovrà ottenere il preventivo consenso delle Autorità competenti ed attenersi alle prescrizioni che dalle medesime saranno all'uopo emanate.

Per tutte le pratiche, le intimazioni e gli ordini dipendenti da quanto sopra specificato, nessun aumento di prezzo sarà dovuto all'Impresa, essendosene già tenuto conto nella formazione dei prezzi unitari; talchè oltre a sollevare l'Amministrazione appaltante da ogni responsabilità verso gli enti interessati e per questo articolo di lavoro, l'appaltante si assume di evitare, per quanto da esso dipende, qualsiasi molestia al riguardo. Nella ricostruzione

delle parti dei vari tipi di pavimentazione saranno, altresì, osservate le seguenti norme particolari.

a) Basolati vulcanici e calcarei

Nella ricostruzione delle pavimentazioni di strade o gradinate in basolato sia calcareo che vulcanico dovranno essere sostituiti tutti gli elementi rotti o danneggiati nel corso dello svellimento. La rifusa dovrà avvenire a cura e spese dell'Impresa con basoli nuovi, di 1ª classe, aventi colorazione simile a quella dei basoli esistenti.

I basoli vulcanici, di spessore non inferiore a cm. 16÷18, dovranno provenire dalle migliori cave.

I basoli calcarei dovranno provenire dalle più accreditate cave e avranno spessore ≥ 18 cm.

I basolati, prima del reimpiego dovranno essere rilavorati a squadra negli assetti per l'altezza sufficiente ad ottenere un buon piano di combaciamento, ed in superficie per correggere le irregolarità dovute all'usura.

Nei basolati con sottofondo di pietrisco questo avrà lo spessore di cm 10, ed è a carico dell'assuntore la rifusa del pietrisco e la vagliatura e la scelta di quello preesistente per eliminare eventuali materiali estranei o pezzi di malta nella formazione del nuovo letto.

La malta da impiegarsi nella ricostruzione del basolato sarà formata di calce e pozzolana nelle proporzioni di 1/3 di calce spenta e 2/3 di pozzolana.

La posa dei singoli pezzi, nella ricostruzione, dovrà essere preceduta da una stesa di malta in quantità sufficiente, comunque non inferiore a cm 5, per dare al basolo un appoggio uniforme e sicuro. La stessa malta sarà applicata sulle facce laterali in modo che refluisca dalle connessioni dopo la battitura.

L'assestamento ed il livellamento dei singoli elementi verrà eseguito con maglio di legno di peso proporzionato alla grossezza del basolato, e la guarnitura delle connessioni, qualora risultasse in qualche parte difettosa, dovrà essere completata con la stessa malta impegnata per la posa. Le connessioni non devono, in ogni caso, avere larghezza maggiore di mm 10.

b) Pavimentazione in pietrini, mattonelle in cemento

La costruzione delle pavimentazioni in cemento in pietrini, tavelloni, mattonelle di cemento e lastre di marmo sarà eseguita su massetto di calcestruzzo dello spessore di cm 5 formato nelle proporzioni di kg 200 di cemento, mc 0,400 di sabbia e 0,800 di pietrisco minuto. La posa degli elementi da eseguirsi almeno a 48 ore di distanza dalla ultimazione del massetto, per dare a questo il tempo di raggiungere una certa consistenza, sarà fatta su letto di malta cementizia nelle proporzioni di kg 400 di cemento per metro cubo di sabbia.

La costruzione delle pavimentazioni in elementi di cemento autobloccanti saranno posati a secco su un letto di sabbia 06 o pietrisco 3/8 dello spessore di $4 \div 5$ cm.

Il piano di posa sarà realizzato su uno strato di stabilizzato dello spessore medio di $3 \div 4$ cm e su un sottofondo di inerti $20 \div 60$ con spessore da 15/20 cm, per traffico normale, e da 30/40 cm, per traffico pesante.

c) Pavimentazioni in asfalto ed in cubetti di porfido

La demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni a manto continuo o ad elementi di asfalto, conglomerati bituminosi e cementizi od in cubetti di porfido saranno eseguite dall'Impresa in conformità delle rispettive voci di elenco, rispettandone le norme tecniche in vigore presso gli Enti che ne curano la manutenzione. In mancanza di tali norme saranno eseguite le indicazioni della Direzione dei lavori.

d) Ciottolati

Nella ricostruzione dei ciottolati si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzaranga riducendolo alla configurazione dovuta; poi si stenderà uno strato dell'altezza di cm 8 di malta cementizia formata nelle proporzioni di kg 400 di cemento per metro cubo di sabbia e su questo si conficcheranno di punta i ciottoli, in guisa da far risalire la malta nelle connessure, battendoli con la mazzaranga.

e) Pavimentazione a finti pietrini

La ricostruzione della pavimentazione di battuto di cemento a finti pietrini sarà eseguita su sottofondo di calcestruzzo dello spessore di cm 8 formato nelle proporzioni di kg 200 di cemento, mc 0,400 di sabbia e mc 0,800 di pietrisco minuto, sul quale sarà steso uno strato dello spessore di cm 2 di malta (a kg 400 di cemento per metro cubo di sabbia) bene compressa e tirata a liscio con la cazzuola. Subito dopo saranno eseguite le bugnature mediante apposito rullo dentato e, se del caso, le rigature, in modo che venga a formarsi l'intreccio delle finte connessure.

f) Pavimenti in laterizi

I pavimenti in laterizi, sia con mattoni di piatto o di costa, sia con pianelle debbono essere formati distendendo sopra il massello o letto, uno strato di malta idraulica nel quale i laterizi si dispongano poi a filari paralleli a spina di pesce e a diagonale, come sarà prescritto, comprimendoli affinché la malta refluisca dai giunti. Le connessure devono essere allineate e stuccate con cemento, e la loro larghezza non deve eccedere il limite di mm 3 per i mattoni e le pianelle non arrotondate e di mm 1 per quelle arrotondate.

g) Pavimenti in grés

Per i pavimenti in pianelle sottili di cotto greificato, si deve formare un primo massetto di calcestruzzo, su questo si distende uno strato di malta dello spessore di cm 2, sul quale si pongono in opera accuratamente le mattonelle con malta di puro cemento comprimendole, in modo che la malta refluisca dai giunti; la larghezza dei giunti non deve essere superiore a 1 mm.

Le norme indicate per la ricostruzione delle pavimentazioni prima dette valgono anche per la loro costruzione.

h) Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

Per le ricostruzioni, effettuato il rinterro, si procederà al ripristino dell'ossatura e degli strati stradali come esistenti e alla immediata stesura dello strato di binder sino a raggiungere una quota che consenta il successivo assestamento del terreno. Verificato l'avvenuto assestamento si dovrà procedere alle eventuali fresature dello strato superficiale e all'esecuzione del tappeto di usura.

Per le nuove costruzioni, l'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate di qualsiasi rivestimento a base di leganti bituminosi, catramosi o asfaltici, 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 pulitura 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 pulitrici meccaniche, cui farà seguito la spazzatura a mano con lunghe scope flessibili.

L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la D.L. 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 dall'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 se 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 tenere conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo desiderano, una massicciata perfettamente asciutta.

Qualora le condizioni dei terreni non lo consentano, si procederà alla formazione di un apposito collegamento in stabilizzato di roccia calcarea avente spessore medio di 5 cm previa scarifica del terreno esistente per una altezza non inferiore a 5 cm.

Lo strato in questione dovrà essere rullato con rulli di peso non inferiore a 14 t, previa sgomatura.

A costipazione ottenuta occorrerà procedere ad una energica spazzatura della parte superficiale per l'eliminazione della polvere dello strato in questione. La pavimentazione è costituita da due strati di conglomerato bituminoso steso a caldo: il primo è lo strato inferiore di collegamento (binder) normalmente dello spessore di 10 cm ed il secondo è lo strato finale di usura generalmente dello spessore di 3 cm.

La miscela utilizzata per la realizzazione del conglomerato di tutte e due gli strati sarà costituita da graniglie, sabbie, pietrisco ed additivi mescolati con bitume a caldo, posti in opera con macchine vibrofinitrici e compattati con rulli gommati e lisci.

Requisiti degli inerti

Le parti di aggregato saranno costituite da elementi con buona durezza, superfici ruvide, completamente puliti ed esenti da polveri o materiali organici; non è consentito l'uso di aggregati con forma piatta o lenticolare e superfici lisce.

Tutti i requisiti di accettazione degli inerti utilizzati per la formazione dello strato di base dovranno essere conformi alle caratteristiche fissate dalle norme CNR.

In particolare le caratteristiche dell'aggregato grande (pietrisco e graniglie), ottenuto con frantumazione, dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Strati di collegamento

- a) perdita di peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, non superiore al 25%;
- b) indice dei vuoti inferiore a 0,80;
- c) coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015.

Strati di usura

- a) perdita di peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, non superiore al 20%;
- b) indice dei vuoti inferiore a 0,85;
- c) coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015;
- d) idrofilia nei valori indicati dalle norme CNR.

L'aggregato fine dovrà provenire da sabbie naturali e da materiali di frantumazione; all'interno delle quantità delle sabbie la percentuale dei materiali di frantumazione non dovrà essere inferiore al 50%. La qualità delle rocce da cui è ricavata la sabbia per frantumazione

dovrà essere tale da ottenere, alla prova Los Angeles, una perdita in peso non superiore al 25%.

Gli additivi saranno di natura calcarea (frantumazione di rocce), costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto e dovranno essere utilizzati secondo le seguenti percentuali:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80) passante in peso 100%
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200) passante in peso 90%.

Requisiti del legante

Tutte le caratteristiche del bitume dovranno essere conformi ai requisiti fissati dalle norme CNR ed in particolare: valore di penetrazione a 25 gradi C° = 60/70, punto di rammollimento compreso tra 47 e 56 gradi C°.

Requisiti della miscela

Strato di collegamento (binder)

La composizione granulometrica della miscela dovrà essere contenuta dal fuso seguente: crivelli e setacci UNI quantità passante % totale in peso:

crivello	25	100
crivello	15	65 - 100
crivello	10	50 - 80
crivello	5	30 - 60
setaccio	2	20 - 45
setaccio	0,4	7 - 25
setaccio	0,18	5 - 15
setaccio	0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra 4,5% e 5,5% del peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- valore di stabilità Marshall, con prova eseguita a 60 gradi C° su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, superiore a 900 kg;
- rigidità Marshall (rapporto tra la stabilità in kg e lo scorrimento in mm) superiore a 300;
- i provini utilizzati per la prova di stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi tra 3% e 7%;
- temperatura di compattazione superiore a quella di stesa di max. 10 gradi C°;
- valore di stabilità, misurato con prova Marshall su provini immersi in acqua distillata per 15 giorni, non inferiore al 75% di quello indicato prima della prova.

Strato di usura

La composizione granulometrica della miscela dovrà essere contenuta dal fuso seguente: crivelli e setacci UNI quantità passante % totale in peso:

crivello	15	100
crivello	10	70 - 100
crivello	5	43 - 67
setaccio	2	25 - 45
setaccio	0,4	12 - 24
setaccio	0,18	7 - 15
setaccio	0,075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra 4,5% ed il 6% del peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti della miscela addensata non dovrà superare l'80%.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- valore di stabilità Marshall, con prova eseguita a 60 gradi C° su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, superiore a 1.000 kg;
- rigidità Marshall (rapporto tra la stabilità in kg e lo scorrimento in mm.) superiore a 300;
- i provini utilizzati per la prova di stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi tra 3% e 6%;
- temperatura di compattazione superiore a quella di stesa di max. 10 gradi C°;
- valore di stabilità, misurato con prova Marshall su provini immersi in acqua distillata per 15 giorni, non inferiore al 75% di quello indicato prima della prova;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidezza della superficie.

Preparazione delle miscele

Le miscele di conglomerato saranno confezionate esclusivamente con impianti fissi automatizzati di capacità adeguata al lavoro da svolgere.

L'impianto dovrà essere in grado di eseguire le quantità di miscele previste rispettando tutti i dosaggi dei componenti indicati, dovrà essere dotato di apparato di riscaldamento degli inerti e di tutti gli strumenti di controllo necessari (termometri, bilance, etc.).

Il tempo di mescolazione dovrà essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e della temperatura dei componenti; in ogni caso dovrà essere assicurata una miscelazione tale da garantire il completo rivestimento degli inerti con il legante, questa operazione non potrà essere mai effettuata per un tempo inferiore ai 25 secondi.

La temperatura degli aggregati, al momento della miscelazione, dovrà essere compresa tra 150 e 170 gradi C°, quella del legante tra 150 e 180 gradi C° salvo diverse disposizioni della direzione dei lavori.

Posa in opera delle miscele

Le operazioni di posa avranno inizio solo dopo l'accertamento, da parte della direzione dei lavori, dei requisiti richiesti per il piano di fondazione.

Dopo questa verifica verrà steso, sullo stabilizzato o sul misto cementato di fondazione, uno strato di emulsione bituminosa, basica o acida al 55%, con dosaggio di almeno 0,5 kg/m².

Prima della stesa dello strato di base in conglomerato bituminoso dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente trattenuta dall'emulsione precedentemente applicata.

Nel caso di stesa in due tempi dello strato di base si dovrà procedere alla posa in opera dei due strati sovrapposti nel tempo più breve possibile interponendo, tra i due strati, una mano di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/m².

L'esecuzione della stesa verrà effettuata con macchine vibrofinitrici che dovranno lasciare uno strato finito, perfettamente sagomato e senza sgranature ed esente da fessurazioni o fenomeni di segregazione. Per garantire la continuità e l'efficacia dei giunti longitudinali dello strato di usura si dovrà eseguire la stesa con due macchine parallele e leggermente sfalsate. La posa in opera dovrà essere effettuata mediante livellamento con controllo laser, secondo le indicazioni progettuali e/o della direzione dei lavori. Qualora non specificato in dettaglio nel progetto, si rispetterà la pendenza trasversale del 2,5%.

Nei punti di giunto con strati di collegamento posti in opera in tempi diversi si dovrà procedere alla posa del nuovo strato solo dopo aver spalmato una quantità idonea di emulsione bituminosa nel punto di saldatura; in ogni caso lo strato precedente dovrà essere tagliato nel punto di giunto per avere un'interruzione netta.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali dovrà avere uno sfalsamento di almeno 20 cm tra i vari strati.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di produzione al punto di posa dovrà essere effettuato con mezzi idonei e dotati di teloni protettivi per evitare il raffreddamento degli strati superficiali.

La temperatura del conglomerato bituminoso al momento della stesa non dovrà essere inferiore ai 140 gradi C°.

Tutte le operazioni di messa in opera dovranno essere effettuate in condizioni metereologiche tali da non compromettere la qualità del lavoro; nel caso, durante tali operazioni, le condizioni climatiche dovessero subire variazioni tali da impedire il raggiungimento dei valori di densità richiesti, si dovrà interrompere il lavoro e procedere alla rimozione degli strati danneggiati (prima del loro indurimento) per poi procedere, successivamente, alla loro sostituzione a cura ed oneri dell'appaltatore.

La compattazione dei vari strati dovrà avere inizio subito dopo le operazioni di posa e progredire senza interruzioni fino al completamento del lavoro; questa fase sarà realizzata con rulli gommati o metallici con pesi e caratteristiche adeguate all'ottenimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione gli strati di collegamento e di usura dovranno avere una densità uniforme, su tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno rilevata all'impianto o alla stesa su carote di 10 cm di diametro.

Controlli dei requisiti

Non sono ammesse variazioni della sabbia superiori a +/-3% sulla percentuale riportata dalla curva granulometrica adottata e di +/-1,5% sulla percentuale di additivo.

Le eventuali variazioni di quantità totali di bitume non dovranno essere superiori a +/-0,3.

Sono inoltre richieste, con le frequenze fissate dalla direzione dei lavori, le seguenti analisi:

- a) verifica granulometrica dei singoli aggregati utilizzati;
- b) verifica della composizione del conglomerato, con prelievo all'uscita del mescolatore;
- c) verifica del peso di volume del conglomerato, della percentuale dei vuoti, della stabilità e rigidità Marshall.

Dovranno essere effettuati controlli periodici delle bilance, delle tarature dei termometri, verifiche delle caratteristiche del bitume e dell'umidità residua degli aggregati, puntualmente riportate su un apposito registro affidato all'appaltatore.

Art. 14 - Paratie o casseri in legname per fondazione

- 1) Le paratie o casseri in legname, occorrenti come opere provvisorie per le fondazioni o per opere di piccola entità e per profondità non superiore ai 3÷4, debbono essere formate con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con le longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni che saranno prescritte.
- 2) Le palancole devono essere battute a perfetto contatto l'una con l'altra; ogni palo o tavolone che si spezzasse sotto la battitura, o che nella discesa deviasse dalla verticale, deve essere estratto e sostituito dall'Appaltatore, a sue spese.
- 3) Le teste delle palancole, previamente spianate, devono essere, a cura e spesa dell'Impresa, provvisoriamente munite di adatte ghiere metalliche per evitare guasti che possano essere causati dai colpi di maglio.
- 4) In terreno consistente o quando il Direttore dei Lavori lo giudichi necessario, le punte delle palancole debbono essere munite di puntazza metallica del modello e del peso prescritti.

Art. 15 - Paratie e diaframmi in acciaio e calcestruzzo armato

1) La paratia (o diaframma ad elementi) ed il diaframma (o diaframma continuo) costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera, a partire dalla superficie del terreno, con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi.

2) Le paratie ed i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche, infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato, infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro, accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato.

Devono essere precisate le modalità di esecuzione, con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

Palancole infisse:

Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia (ad U, ad S, ecc....), devono rispondere, comunque, ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio, compresa la relativa cuffia, dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole.

Durante l'infissione, si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali, non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalla guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione, fatta arrivare sotto la punta della palancola, mediante un tubo metallico.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite delle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione dei Lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

L'armatura del palo formato fuori opera dovrà essere dimensionata per resistere non solo al carico statico di esercizio (compresa la spinta dell'acqua, della terra, ecc...), ma anche agli sforzi creati dal sollevamento, dal trasporto e dalla battitura.

In special modo, andranno adeguatamente rinforzate la testa e la punta del palo, riducendo il passo dell'elica in corrispondenza delle due estremità.

Potrà essere richiesta, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali prefabbricati in calcestruzzo armato.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti da sigillare con getto di malta cementizia, per assicurare una maggiore impermeabilità.

Paratie costruite in opera:

Paratie a pali in calcestruzzo armato trivellati

Dette paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera, accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nell'articolo successivo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

Per aumentare l'impermeabilità della paratia, può essere necessario eseguire delle iniezioni di cemento lungo la linea di tangenza dei pali.

Diaframmi in calcestruzzo armati

In linea generale, i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità, con benna od altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola, di norma, non inferiore a 2,50 m.

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico, per evacuare i detriti e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo dovranno essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8-16 kg di bentonite asciutta per 100 l d'acqua, salvo la facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3 % in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica dell'armatura da parte della Direzione dei Lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto, di norma, con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

Prove e verifiche sul diaframma - Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati, previste dalle vigenti norme, la Direzione dei Lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

Art. 16 - Palificazioni

La realizzazione delle palificate dovrà essere conforme alle istruzioni impartite dal Ministero dei LL.PP. con il D.M. 11.03.1988 e dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. n°30483 del 24.09.1988 ed eventuali aggiornamenti e modifiche.

Pali di cemento armato formati fuori opera (pali prefabbricati ed infissi):

I pali prefabbricati si possono distinguere in:

- pali in cemento armato centrifugato, con sezione circolare cava e diametro costante oppure variabile lungo l'asse longitudinale;
- pali in cemento armato vibrato: possono avere sezione piena oppure cava, di forma circolare, quadrata e poligonale;
- pali in cemento armato precompresso: hanno sezione e forma come i precedenti; il calcestruzzo può essere vibrato o centrifugato.
- pali giuntati, costruiti in due o più elementi da unire in opera.

L'armatura del palo formato fuori opera dovrà essere dimensionata per resistere non solo al carico statico di esercizio, ma anche agli sforzi creati dal sollevamento, dal trasporto e dalla battitura. In special modo, andranno adeguatamente rinforzate la testa e la punta del palo, riducendo il passo dell'elica in corrispondenza delle due estremità.

La base del palo dovrà essere protetta da una punta metallica robustamente ancorata al corpo del palo stesso, durante la sua costruzione.

Ordinariamente, l'infissione di detti pali si farà, dopo la necessaria stagionatura, tramite battitura; i magli, se a caduta libera, dovranno essere di peso non inferiore al peso dei pali.

Speciali cautele saranno adottate per impedire la rottura delle teste dei pali, rinforzandole con almeno due anelli metallici saldati e attutendo l'urto della mazza con l'interposizione di un'apposita cuffia, avente la funzione di distribuire uniformemente le sollecitazioni d'urto, ed attuando quelle altre disposizioni che all'atto pratico fossero riconosciute necessarie.

Per ottenere un più facile affondamento nei terreni ghiaiosi, sabbiosi o sabbio – argillosi l'infissione, potrà farsi col sussidio di acqua in pressione facendo arrivare mediante tubi metallici, oppure da apposito foro ricavato all'interno del palo (es. palo Bignel).

Gli ultimi colpi di assestamento dovranno essere dati con il solo maglio, dopo il tempo necessario per consentire al terreno di ricostituire le sue condizioni primitive.

Il personale dovrà porre la necessaria attenzione affinché il palo scenda verticalmente.

Per ogni palo dovranno essere rilevati e trascritti su apposito registro, i seguenti elementi:

- lunghezza;
- diametro esterno alla punta ed alla testa;
- l'eventuale diametro interno alla punta ed alla testa;
- profondità raggiunta;
- rifiuto;
- tipo di battipalo;
- peso del maglio;
- altezza di caduta del maglio;
- caratteristica e peso della cuffia;
- energia d'urto;
- efficienza del battipalo.

Occorre inoltre registrare il numero di colpi necessari all'affondamento del palo per ciascun tratto di 50 cm finché la resistenza alla penetrazione risulti minore di un colpo per ogni 1,5 - 2 cm, o per ciascun tratto di 10 cm quando la resistenza alla penetrazione superi i valori sopraccitati.

Sul fusto del palo dovranno essere riportate delle tacche distanziate tra loro di 1 m a partire dalla punta del palo onde poterne controllare la penetrazione progressiva.

Pali di calcestruzzo ed in calcestruzzo armato formati in opera

Per i pali gettati in opera bisognerà adottare sistemi di getto e di costipazione del calcestruzzo idonei ad evitare le soluzioni di continuità e la segregazione degli elementi componenti il calcestruzzo; tali metodi dovranno essere in ogni caso tali da non danneggiare l'eventuale l'armatura né alterarne la posizione rispetto ai disegni di progetto.

Il conglomerato cementizio impiegato avrà la classe di resistenza prevista negli allegati progettuali e comunque conforme alla normativa vigente in materia.

a) Pali trivellati

Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati verrà eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo.

Il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui l'esecuzione dei pali può essere soggetta, sarà assicurato in uno dei seguenti modi:

- mediante infissione di tubo-forma metallico con elemento di estremità dotato di ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo; fatto scendere via via che la perforazione procede in modo da non modificare le proprietà meccaniche e la consistenza in entro del terreno entro il quale verrà eseguito il getto del conglomerato. Il tubo metallico, ove non sia di un solo pezzo, dovrà essere costituito da elementi filettati che assicurino la perfetta direzione del palo;
- con l'ausilio di fanghi bentonitici in quiete od in circolazione tra il cavo ed una apparecchiatura di separazione detriti.

Nel caso in cui non si impieghi il tubo di rivestimento il diametro nominale del palo sarà pari al diametro dell'utensile di perforazione.

Qualora si impieghi fango di perforazione per il sostegno delle pareti del foro, questi dovranno essere costituiti da una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nelle proporzioni di 8-16 kg di bentonite asciutta per 100 l d'acqua.

Il contenuto di sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3 % in massa della bentonite asciutta.

Eseguite le trivellazioni del terreno alla profondità necessaria, dopo aver esaurito l'acqua o la melma esistente nel cavo mediante utensili appropriati (come benne, sonde, ecc....), senza sollevare o ritirare il tubo - forma, si procederà alla messa in opera della gabbia metallica, ove questa sia prevista, per l'intera lunghezza o parte del palo.

Le armature dovranno essere assemblate fuori opera.

Nel caso in cui il palo sia armato per tutta la sua lunghezza l'armatura dovrà essere mantenute in posto nel foro, sospendendola dall'alto e non appoggiandola sul fondo.

Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire una adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà non inferiore ai 5 cm.

Prima di procedere al getto del fusto si provvederà alla formazione della base del palo mettendo i sito successive quantità di calcestruzzo costipato con idonei sistemi.

La sbulbatura di base ottenuta con la pilonatura del calcestruzzo od in qualsiasi altro modo che la natura del terreno e le modalità di esecuzione possono consigliare, sarà la maggiore possibile.

Eseguita la base, si procederà all'esecuzione del fusto mediante l'introduzione del conglomerato cementizio nel tubo - forma adottando sistemi idonei e per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno.

In nessun caso sarà consentito porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo dal cavo direttamente dalla bocca del foro.

Dopo il getto di ciascuno di detti tratti l'estrazione del tubo-forma dovrà essere eseguita gradualmente, seguendo man mano la immissione ed il costipamento del conglomerato cementizio ed adottando comunque tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

Si farà inoltre attenzione che il conglomerato cementizio non venga trascinato durante l'estrazione della cassaforma; si avrà cura in particolare che l'estremità inferiore del tubo rimanga sempre almeno 50 cm sotto il livello raggiunto dal calcestruzzo, specialmente in presenza di terreni incoerenti, dove il pericolo di mescolamento del materiale terroso con il conglomerato cementizio creerebbe soluzione di continuità del getto.

Dovranno essere adottati inoltre tutti gli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento del conglomerato cementizio da parte di falde freatiche, correnti subacquee, ecc....

Quest'ultimo risultato potrà essere ottenuto mediante arricchimento della dose di cemento, oppure con l'adozione di particolari additivi, con un controtubo di lamierino leggero esterno al tubo – forma che verrà lasciato in posto o con altri accorgimenti da definire di volta in volta con la Direzione dei Lavori.

A giudizio della Direzione dei Lavori, i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere rifatti.

b) Pali battuti

I pali battuti formati in opera, del tipo Simplex e derivati, Franki, ecc...., saranno eseguiti senza l'asportazione del terreno mediante infissione di un tubo-forma, con uno dei sistemi in uso o speciali brevettati, del diametro corrispondente al palo che si vuole costruire, sino a raggiungere la profondità necessaria per ottenere il rifiuto corrispondente al carico che dovrà sostenere il palo, quale risulta dai calcoli.

I tubi metallici avranno le caratteristiche riportate al punto precedente e saranno provvisti all'estremità inferiore, di puntazze di ghisa, di cemento armato o di acciaio, atte a garantire la chiusura stagna durante la battitura, e del tipo da abbandonarsi nel terreno.

Raggiunta la profondità necessaria nel tubo-forma verrà immesso il calcestruzzo cementizio che verrà successivamente costipato.

Si procederà anzitutto alla formazione del bulbo di base mediante energico costipamento del calcestruzzo e successivamente alla confezione del fusto.

Per i pali armati per l'intera lunghezza o per parte di essa, l'ingabbiatura metallica sarà collocata nel tubo-forma prima del getto di calcestruzzo.

L'estrazione del tubo-forma provvisorio dovrà essere eseguita gradualmente, seguendo man mano la immissione ed il costipamento del conglomerato cementizio ed adottando comunque tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

Si farà inoltre attenzione che il conglomerato cementizio non venga trascinato durante l'estrazione della cassaforma; si avrà cura in particolare che l'estremità inferiore del tubo rimanga sempre almeno 50 cm sotto il livello raggiunto dal calcestruzzo, specialmente in presenza di terreni incoerenti, dove il pericolo di mescolamento del materiale terroso con il conglomerato cementizio creerebbe soluzione di continuità del getto.

L'Impresa non potrà porre in opera le armature di ferro, né effettuare il getto del conglomerato senza aver fatto preventivamente constatare alla Direzione dei Lavori le profondità raggiunte ed i quantitativi di conglomerato e di ferro impiegati.

In difetto di ciò, saranno a suo carico gli oneri e le spese occorrenti per i controlli ed accertamenti che la Direzione dei Lavori riterrà necessari.

- *prove di carico:* I pali portanti, di qualsiasi tipo, forma e natura, dovranno essere sottoposti a prove di carico statico od a prove di ribattitura in relazione alle condizioni ed alle caratteristiche del suolo e secondo le prescrizioni stabilite dal DM 11.03.1988 e che interesseranno la percentuale di pali stabilita dalla Direzione dei Lavori.
- *Controlli non distruttivi:* Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione dei Lavori potrà richiedere prove secondo il metodo dell'eco o carotaggi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità.

Art. 17 - Micropali

Le fasi esecutive consisteranno in:

- perforazione del terreno;
- installazione di tubolare metallico valvolato per iniezioni;
- formazione della guaina attraverso la valvola più profonda del micropali;

- iniezione in più fasi ripetute di idonea miscela cementizia.

La perforazione sarà effettuata a rotazione o a rotopercolazione in relazione al tipo di terreno attraversato. Il diametro minimo del foro e le caratteristiche del tubo in acciaio (classe dell'acciaio, diametro esterno, spessore, passo della valvolatura e lunghezza del singolo elemento), saranno quelle riportate negli allegati progettuali.

Il tubo, dotato di tappo di fondo, sarà composto da elementi filettati e giuntati con appositi manicotti in grado di trasmettere gli sforzi previsti.

Se non diversamente prescritto la miscela per la guaina sarà costituita da acqua e cemento con rapporto $A/C = 0,36$ e da bentonite (necessaria a stabilizzare la miscela) in ragione di un massimo del 15% rispetto alle quantità in peso di cemento.

Dopo aver eseguito la guaina, a distanza di tempo non superiore a 12 ore, le valvole verranno iniettate, a partire da quella di fondo, con volume di miscela non superiore a 100 l/valvola e con pressione di iniezione non superiore a 5 atm; la miscela di cemento e acqua avrà rapporto $A/C = 0,50$, se non diversamente riportato negli allegati progettuali.

Per quanto riguarda le miscele cementizie dovranno essere prelevati cubetti in ragione di 1/100 m³ di miscela su cui effettuare prove di schiacciamento a 28 gg.

Il tubo metallico di armatura avrà lunghezza conforme agli elaborati di progetto, in modo però da penetrare non meno di 50 cm all'interno della sovrastruttura in c.a.; in tale tratto il tubo sarà dotato di idonea armatura (es. staffe saldate) avente la funzione di garantire il collegamento alla suddetta sovrastruttura.

Art. 18 - Impianti elettrici

Disposizioni generali

Il Direttore dei lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione ed a eventuali interferenze con altri lavori. Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto riportato negli allegati progettuali.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nell'Appendice G della Guida CEI 64-50 = UNI 9620, che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione (schemi elettrici conformi alle norme CEI, planimetrie con indicazione del percorso cavi e ubicazione delle utenze, ecc....).

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alle Leggi 01.03.1968 n°186 e al D.M. 37/08.

Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto.

Qualità dei materiali elettrici

Ai sensi della Legge n°791 del 18.10.1977 e del D.M. 37/08, dovrà essere utilizzato materiale elettrico costruito a regola d'arte, ovvero che sullo stesso materiale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ), ovvero abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica

Europea, oppure sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

I materiali non previsti nel campo di applicazione della Legge n°791/1977 e per i quali non esistono norme di riferimento dovranno comunque essere conformi alla Legge n°186/1968. Tutti i materiali dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

Criteri di scelta dei componenti

I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente (ad esempio gli interruttori automatici rispondenti alle norme CEI 23-51, le prese a spina rispondenti alle norme CEI 23-5, 23-50 e 23-16, gli involucri di protezione rispondenti alle norme CEI 70-1).

Impianto di terra

E' indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili nella quale e ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione ed inoltre possono essere eseguiti, se del caso, i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando cosi dispersori naturali. Gli eventuali collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi di interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della corrosione. Si raccomanda peraltro la misurazione della resistività del terreno. Al termine dei lavori dovrà essere rilasciato il verbale di verifica dell'impianto di terra con la misurazione della tensione di passo e di contatto (per impianti con cabina elettrica di trasformazione) a firma di tecnico abilitato.

Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni del D.M. 37/08. E' opportuno predisporre tempestivamente l'organo di captazione sulla copertura ed adeguate sedi per le calate, attenendosi alle distanze prescritte dalle norme CEI 81-10/3. Si fa presente che le suddette norme prevedono anche la possibilità di utilizzare i ferri delle strutture edili.

CAPO II – CONDOTTE IDRICHE, FOGNATURE ED OPERE RELATIVE

Art. 19 - Posa delle tubazioni

Generalità

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione dovrà essere preceduta, qualora non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, in modo che possano individuarsi con esattezza i diametri ottimali delle varie tubazioni ed i relativi spessori. Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo.

Dovranno peraltro essere rispettate le "Norme tecniche relative alle tubazioni" di cui al D.M. 12 dicembre 1985 (G.U. n. 61/1986) e la relativa Circolare applicativa 20 marzo 1986, n. 27291.

Prima della posa delle tubazioni, l'Impresa procederà al ricontrollo del tracciamento e dei capisaldi dei condotti secondo i profili altimetrici e planimetrici di progetto, approvati dalla Direzione Lavori e con le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione Lavori stessa. Le condutture dovranno risultare rettilinee ed a pendenza costante fra vertice e vertice.

L'Impresa procederà quindi, con l'ausilio di stadiе, canne graduate e livello a cannocchiale, al picchettamento dei vertici e dei tratti rettilinei della tubazione sul fondo degli scavi.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccato e perfettamente rettificato il fondo dello scavo, predisponendo ove previsto, l'eventuale aggettamento dell'acqua e l'eventuale letto di posa.

Verranno quindi predisposti trasversalmente allo scavo delle dime o delle modine di riferimento su cui verranno tracciati con precisione l'asse dell'allineamento tra vertice e vertice nonché una distanza costante sul piano di posa per il controllo delle livellette delle tubazioni.

I tubi verranno calati nella trincea con mezzi adeguati a preservare l'integrità sia della struttura che del rivestimento e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni facendo riferimento ad un filo armonico teso fra modina e modina. Nell'operazione di posa si deve evitare che entrino nell'interno della condotta detriti o corpi estranei di qualunque natura o che venga danneggiata la superficie interna del tubo.

Prima di essere calati nelle trincee tutti i tubi dovranno essere puliti accuratamente nell'interno dalle materie che eventualmente vi fossero depositate: quindi saranno controllati per accertare che non vi siano rotture, crepe, soffiature o camere d'aria. Ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e allineato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti di tracciato fissati in modo da corrispondere perfettamente all'andamento planimetrico ed altimetrico del progetto.

In particolare non saranno ammesse deviazioni dall'asse o contropendenze. Nel caso che nonostante tutto questo si verificassero, l'Impresa dovrà rettificare la tubazione, compreso la rimozione del tratto già posato e ricostruirlo nel modo prescritto. Tutti i maggiori oneri derivanti da queste operazioni saranno a totale carico dell'Impresa.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri debbono essere rivolti verso i punti di quota maggiore. I tubi debbono essere disposti in modo da poggiare sul sottofondo previsto per tutta la loro lunghezza.

Durante la fase di posa in opera delle tubazioni il fondo dello scavo dovrà rimanere all'asciutto e non si procederà ai rinfianchi o al ricoprimento se prima la tubazione non sia stata provata idraulicamente. Durante il compattamento della sabbia o del calcestruzzo di rinfianco si dovrà assolutamente evitare di spostare il tubo dall'asse di progetto. La sabbia per i sottofondi, rinfianchi e coperture, sarà conforme a quanto prescritto al punto 7.2.1.

Ogni onere connesso alla posa in opera di tubazioni in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, ecc....) e a carico dell'Impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

Giunti ed Ancoraggi

L'esecuzione delle giunzioni dei tubi siano esse di tipo a bicchiere o a manicotto, quando non specificatamente indicato dal fabbricante dei tubi, avverrà come segue:

- si puliscono accuratamente le superfici sia esterne che interne dei giunti e degli anelli di tenuta in gomma o in materiale polimero; si lubrificano con prodotti adatti le sedi del giunto;
- si traccia sulla parte esterna del tubo un segno ad una distanza dall'estremità pari alla profondità di imbocco del bicchiere o del manicotto, diminuita di un massimo di 10 mm;
- si esegue il centraggio del tubo da imboccare con il manicotto od il bicchiere, e si introduce a mezzo di leve o di tiranterie la canna nel manicotto o nel bicchiere sino a che il segno tracciato non si trovi sul piano frontale del giunto in oggetto. Questa posizione non dovrà essere oltrepassata.

I giunti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica. Se durante la prova idraulica si verificassero delle perdite, l'Impresa dovrà smontare, riparare e/o a giudizio della Direzione Lavori sostituire gli elementi del giunto.

La prova di tenuta idraulica delle tubazioni destinate a funzionare a pelo libero si esegue di norma su una tratta compresa fra le due camerette chiudendo le estremità della tubazione con otturatori muniti di raccordi per la introduzione dell'acqua e l'evacuazione dell'aria.

La prova di tenuta ha esito positivo quando, fissata la quota piezometrica del riempimento al livello stradale e comunque non inferiore a 3 m, rispetto al fondo tubo, si determinano perdite misurate nell'arco di tempo di almeno 1 ora, inferiori a 0.2 litri per mq di superficie interna e per ora.

Le spinte che si esercitano sulle pareti interne del tubo in corrispondenza dei cambiamenti di direzione (orizzontali e verticali), o di sezione, debbono essere contrastate con adatti ancoraggi in calcestruzzo, all'occorrenza anche armato.

Tubi, raccordi ed apparecchi

I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate in Elenco.

La posizione esatta in cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta od approvata dalla Direzione; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto. In difetto l'Appaltatore dovrà, a tutte sue spese, procedere al corretto rifacimento della tubazione rimanendo peraltro responsabile degli eventuali danni nonchè delle maggiori spese per tale fatto sostenute dall'Amministrazione.

Tracciati e scavi delle trincee

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve: l'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico che planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato. Dove le deviazioni fossero previste

con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione od alle loro combinazioni (curve abbinate). La larghezza degli scavi, al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi.

La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi od infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali e che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

Scarico dai mezzi di trasporto

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi, che ai rivestimenti.

L'agganciamento a mezzo gru dovrà essere eseguito utilizzando appositi ganci piatti rivestiti di gomma od a mezzo di opportune braghe di tela gommata di adeguata robustezza; in ogni caso sarà vietato l'aggancio a mezzo di cappio di funi metalliche.

Qualora lo scarico avvenisse a mezzo di piano inclinato, questo dovrà avere pendenza non superiore a 45° e tavole sufficientemente rigide e rivestite.

Pulizia dei tubi ed accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo od apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti od altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con tappi di legno.

Posa in opera dei tubi

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a pie d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire, l'Appaltatore farà porre e quotare, con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti, e ciò sia nei punti di fondo della trincea corrispondenti alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della tubazione, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra i picchetti non superi i 15 metri. Successivamente verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo il letto di posa.

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. Quando i tubi non fossero eccessivamente pesanti, il calo nei cavi potrà essere eseguito a mano (per profondità comunque fino a 1,50 m e bordi di scavo sufficientemente stabili). I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo i cavi.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove ciò si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

Posa in opera dei raccordi, apparecchi ed accessori

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi dovrà corrispondere alle indicazioni di progetto ed a quelle più particolari che potrà fornire la Direzione Lavori. La messa in opera dovrà avvenire in perfetta coassialità con l'asse della condotta, operando con la massima cautela per le parti meccanicamente delicate. In particolare dovranno poi osservarsi le seguenti norme:

- i pezzi a "TI" ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto all'asse della tubazione, con la diramazione orizzontale o verticale secondo prescrizione;
- le saracinesche di arresto saranno collocate nei punti previsti in progetto o comunque indicati dalla Direzione Lavori; di norma avranno lo stesso diametro della tubazione;
- le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più depressi della condotta, tra due rami di pendenza contrari, ovvero all'estremità di una condotta isolata. Le saracinesche saranno generalmente posate verticalmente, entro pozzetti o camere in muratura;
- gli sfiati automatici, da collocarsi o nei punti culminanti della condotta, ed al termine di tronchi in ascesa, ovvero alla sommità dei sifoni, saranno posti in opera mediante appositi raccordi con diramazioni verticali. Gli sfiati saranno sempre preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo;
- le scatole di prova, da inserirsi nelle tubazioni nei punti che all'atto dell'esecuzione saranno indicati dalla Direzione, potranno essere con diramazione tangenziale per scarico, oppure senza, secondo le indicazioni che saranno date dalla stessa.

Giunzioni in genere

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc....) e questo sia in prova, che in anticipato esercizio e fino a collaudo. Ove pertanto si manifestassero delle perdite, l'Appaltatore sarà tenuto ad intervenire con immediatezza per le necessarie riparazioni, restando a suo carico ogni ripristino o danno conseguente.

Lavaggio e disinfezione delle tubazioni

Le tubazioni da adibire a condotta di acqua potabile dovranno essere scrupolosamente sottoposte a pulizia e lavaggio, prima e dopo le operazioni di posa, ed inoltre ad energica disinfezione da effettuare con le modalità prescritte dalla competente Autorità comunale o dalla Direzione Lavori.

Ove non diversamente specificato comunque, la disinfezione verrà effettuata immettendo nella condotta 20 kg di grassello di calce per ogni tratto posato di lunghezza non superiore a 500 m; l'acqua di calce sarà scaricata durante i lavaggi.

L'immissione del grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che dovessero rinnovarsi le prove delle tubazioni, e questo senza alcun particolare compenso per l'Appaltatore.

Prova delle tubazioni

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio. Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzeria, curando che i giunti rimangano scoperti. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni, a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m restando però in facoltà della Direzione aumentare o diminuire tali lunghezze. Ciascun tratto da provare sarà collegato con il precedente e con il seguente mediante scatole di prova destinate a ricevere le paratoie di arresto dell'acqua.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete od a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisorie di ogni genere. I manometri dovranno essere muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

Rinterri

Per il rinterro dei cavi per la posa delle tubazioni si utilizzeranno, salvo diversa disposizione, i materiali provenienti da cave di prestito regolarmente autorizzate, procurate a cura e spese dell'Appaltatore ed approvate dalla Direzione Lavori previa l'esecuzione delle relative prove presso laboratori ufficiali onde accertare la rispondenza alle caratteristiche descritte nei relativi prezzi di elenco e nelle norme del presente Capitolato.

In conformità ai disegni di progetto, ad una distanza di cm 20 sulla generatrice superiore della tubazione, dovrà essere posto in opera un nastro rivelatore in polipropilene di colore bleu e larghezza non inferiore a cm 40 realizzato a maglia rettangolare a fili piatti con incorporata una bandina metallica anticorrosiva onde facilitare il rilevamento della esatta posizione delle condotte interrate mediante l'utilizzo di apparecchiature elettromagnetiche.

Tale nastro rivelatore dovrà avere resistenza alla massima trazione non inferiore a kg/m 400 ed allungamento unitario a rottura superiore allo 8% e dovrà avere inoltre applicato un nastro stampato con la scritta " ATTENZIONE - TUBO PER ACQUEDOTTO ovvero PER FOGNATURA".

Il rinterro sarà effettuato ricalzando i tubi lateralmente con materiale arido a granulometria fine e minuta ed avendo cura che non vengano a contatto degli eventuali rivestimenti pietre o quant'altro possa costituire fonte di danneggiamento, restando l'Appaltatore unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alle condotte in dipendenza dei modi di esecuzione del rinterro.

Oltre l'altezza di 20 cm sulla generatrice superiore delle tubazioni, il rinterro sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente costipato fino a raggiungere un peso secco dell'unità di volume $\gamma_d > 1,85 \text{ t/m}^3$ e questo fino al piano strada Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà l'unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi per insufficiente ricoprimento o per mancanza od inidoneità delle protezioni.

Art. 20 - Tubazioni in cloruro di polivinile rigido (PVC)

Generalità

Nel presente articolo sono indicate le prescrizioni che riguardano i tubi ed i raccordi di PVC rigido (non plasticato) per il convogliamento di acque di scarico civili ed industriali e per acque meteoriche (nei limiti della resistenza chimica del materiale) oltre che le in PVC (rigido) da utilizzare per le condotte destinate al trasporto di acqua potabile di tipo 313, idonee a sopportare una pressione di esercizio di atm 16 (PN16). I tubi dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità alle norme UNI dell'Istituto Italiano Plastici e con il numero distintivo del fabbricante. Essere prodotti solamente da ditte che hanno il sistema di Qualità Aziendale conforme alle norme EN ISO 9002 e certificato da un Ente Competente accreditato SINCERT (Ente di accreditamento degli Enti di Certificazione delegato da UNI-CEI-Ministero dell'Industria), corredati dal certificato di collaudo secondo la norma UNI 7448. I tubi per acquedotto dovranno essere conformi alla circolare n. 102 del Ministero della Sanità del 02/12/1978.

Materiali

Il materiale base per la produzione dei tubi e dei relativi pezzi speciali di PVC dovrà presentare alla temperatura di 20°C le seguenti caratteristiche (Norme UNI 7441.75 e UNI 7442.75 per le tubazioni in pressione ed UNI 7447/75 per le tubazioni a pelo libero):

- a) proprietà fisiche:
 - massa volumica (UNI 7092.72): 1,37 - 1,45 kg/dmc
- b) proprietà meccaniche:
 - resistenza a trazione (a snervamento) (UNI 5819.66 ASTM D638): > 480 kgf/cm²
 - allungamento a trazione (a snervamento) (UNI 5819.66 ASTM D638): < 10%
 - modulo di elasticità a trazione (UNI 5819.66 ASTM D790): 30000 kgf/cm²
- c) proprietà termiche:
 - coefficiente di dilatazione termica lineare (UNI 6061.67): 0,06 - 0,08 mm/m°C
 - colore specifico: 0,24 Kcal/kg°
- d) proprietà elettriche:
 - conducibilità termica (DIN 52612): 0,13 Kcal/h m°
 - resistività superficiale (UNI 4288.72): > 1012 ohm cm
- e) additivi e stabilizzanti:
 - il materiale potrà essere additivato e stabilizzato con agenti anti invecchiamento. Il materiale dovrà essere stabile all'azione della luce.

Metodo di Fabbricazione di Tubi

I tubi dovranno essere realizzati per estrusione con adatte macchine.

Classi e Dimensioni delle Tubazioni per Funzionamento in Pressione

Le tubazioni di PVC saranno calcolate in base ad una resistenza ammissibile sulla parete a 20° C estrapolate a 50 anni, di 100 kgf/cm² (UNI 7441/75 DIN 8062).

Le tubazioni in PVC 100 saranno suddivise in 4 classi, previste per le pressioni nominali, alla temperatura di 20°C, di seguito elencate (Norme UNI 7441.75):

Le variazioni delle pressioni di esercizio, rispetto alla nominale, in funzione della temperatura saranno (Norma UNI 7441.75):

TEMPERATURA °C	CLASSI DI PRESSIONI NOMINALI (kgf/cm ²)			
20	4.0	6	10	16.0
40	2.5	4	6	10.0
60	-	-	1	2.5

Le tubazioni dovranno essere fornite in lunghezza di 6 o 12 m.

Le dimensioni dei diametri nominali degli spessori e dei pesi unitari per ogni classe di tubi sono riportate nella tabella che segue. Per il calcolo dei pesi si sono considerati i seguenti parametri:

- massa volumetrica : 1,42 kg/dmc
- spessore: pari a quello teorico maggiorato di metà della massima tolleranza ammessa dalla norma UNI 7441.75.

Le tolleranze sullo spessore e sul diametro esterno medio saranno conformi a quanto prescritto nella norma UNI 7441.75.

I raccordi ed i pezzi speciali in PVC dovranno rispondere alle caratteristiche contenute nella norma UNI 7442.75.

φ	PN 4 (SERIE 1)			PN 6 (SERIE 2)			PN 10 (SERIE 3)			PN 16 (SERIE 4)		
	s	d	p	s	d	p	s	d	p	s	d	p
50	-	-	-	1.85	46.4	0.43	2.4	45.2	0.56	3.7	42.6	0.87
63	1.8	59.4	0.54	1.9	59.2	0.57	3.0	57.0	0.87	4.7	53.6	1.40
75	1.8	71.4	0.64	2.2	70.6	0.72	3.6	67.8	1.25	5.6	63.8	1.75
90	1.8	86.4	0.80	2.7	84.6	1.10	4.3	81.4	1.80	6.7	76.6	2.60
110	2.2	105.6	1.20	3.2	103.6	1.70	5.3	99.4	2.70	8.2	93.6	4.00
125	2.5	120.0	1.30	3.7	117.6	2.20	6.0	113.0	3.30	9.3	106.4	5.10
140	2.8	134.4	1.90	4.1	131.8	2.70	6.7	126.6	4.30	10.4	119.2	6.60
160	3.2	153.6	2.40	4.7	150.6	3.60	7.7	144.6	5.60	11.9	136.2	8.20
180	3.6	172.8	3.00	5.3	169.4	4.40	8.6	162.8	7.00	13.4	153.2	10.50
200	4.0	192.0	3.90	5.9	188.2	5.60	9.6	180.8	8.50	14.9	174.2	13.10
225	4.5	216.0	4.80	6.6	211.8	6.70	10.8	203.4	11.0 0	-	-	-
250	4.9	240.2	5.90	7.3	235.4	8.50	11.8	226.2	13.3 0	-	-	-
280	5.5	269.0	6.50	8.2	263.6	10.7 0	13.4	253.2	16.7 0	-	-	-
315	6.2	302.6	9.80	9.2	299.6	13.2 0	15.0	285.0	21.2 0	-	-	-
355	7.0	341.0	12.8 0	10.4	334.2	17.0 0	-	-	-	-	-	-
400	7.9	384.2	15.1 0	11.7	376.6	22.2 0	-	-	-	-	-	-
450	8.9	432.2	18.4 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

500	9.8	480.4	23.0 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
560	11.0	538.0	28.8 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	12.4	605.2	38.0 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sistemi di Giunzione e loro esecuzione

Giunti a Bicchiere e/a Manicotto a Scorrimento Assiale con Tenuta Mediante

Le operazioni per realizzare la corretta messa in opera del giunto sono:

- verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;
- provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, togliere provvisoriamente la guarnizione di tenuta;
- segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:
 - si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta,
 - si ritira il tubo non meno di 10 mm,
 - si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento;
- inserire la guarnizione elastomerica di tenuta nell'apposita sede;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa e lubrificante a base di silicone, ecc....);
- infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede.

Giunti a Bicchiere e/a Manicotto del Tipo non Scorrevole Ottenuti Mediante Incollaggio:

- verificare che tubo e bicchiere abbiano diametri di accoppiamento rispondenti alle norme UNI citate;
- verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;
- pulire accuratamente le superfici di accoppiamento del tubo e del bicchiere con carta vetrata o solventi adeguati. Molti incollaggi difettosi sono imputabili alla cattiva esecuzione di questa operazione;
- introdurre il tubo nel bicchiere fino a battuta e fare un segno sulla superficie dello stesso in corrispondenza della bocca del bicchiere. Ciò consente di predeterminare la porzione di tubo che dovrà essere spalmata di collante;
- assicurarsi che il collante impiegato non sia un adesivo ma realizzi una saldatura chimica;
- spalmare il collante, con un pennello di dimensioni adeguate, in maniera uniforme sulla superficie esterna del tubo in corrispondenza della zona precedentemente marcata, avendo cura di accertarsi che non resti un'eccessiva quantità di collante nell'interno del bicchiere;
- introdurre immediatamente il tubo nel bicchiere fino a battuta. Dopo questa operazione è opportuno non sottoporre a tensioni il collegamento effettuato. Prima di mettere l'impianto in esercizio è consigliabile attenersi alle istruzioni del fabbricante relativamente al tempo di consolidamento del collante.

Giunto a serraggio meccanico con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche

Giunto a serraggio meccanico tipo "Gibault"

Qualunque sia la forma esterna ed il tipo di serraggio con cui questo giunto è realizzato è necessario che la lunghezza utile fra le due guarnizioni sia non inferiore alla somma delle

massime possibili variazioni lineari dei due tronchi da congiungere più una quantità variabile dai 30 ai 100 mm in relazione al diametro dei tronchi stessi.

Provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurarsi che esse siano integre, infilare le due estremità del giunto meccanico assicurandosi che ciascuna di esse sia introdotta per una lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto senza però che vengano a contatto fra di loro; infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce.

Giunto con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio

- a) Tagliare il tubo nella lunghezza richiesta. Per il montaggio dei raccordi di misure medie e grandi, la parte terminale del tubo dovrà essere smussata accuratamente;
- b) separare le parti del raccordo e montarle sul tubo; prima la ghiera, seguita dall'anello di serraggio disposto con la parte terminale maggiore verso il raccordo;
- c) infilare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione toroidale elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo. Nel caso di misure medie e grandi si dovrà lubrificare con acqua saponata o vaselina la parte terminale del tubo e la guarnizione toroidale elastomerica;
- d) accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo. Per il serraggio finale, nelle misure medie e grandi, dovrà essere usata una chiave a nastro.

Giunto a flangia libera con collare di appoggio o fissa

Anche per questo tipo di giunto si tenga conto di quanto indicato al Giunto a serraggio meccanico tipo "Gibault":

- a) Infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;
- b) unire il collare d'appoggio al tubo procedendo come descritto per i Giunti a bicchiere e/a manicotto del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio;
- c) disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;
- d) bullonare effettuando il serraggio a croce.

Classi e dimensioni delle tubazioni per funzionamento a pelo libero

Le tubazioni di PVC tipo UNI 303 sono adatte al convogliamento di scarichi di acque di rifiuto civili ed industriali ; esse sono suddivise in due classi (UNI 7447):

- tipo UNI 303/1;
- tipo UNI 303/2.

Le condizioni di impiego normalmente previste possono essere così riassunte:

- Tipo UNI 303/1: temperatura massima permanente 40°C; massimo ricoprimento del terreno (misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo) e m; traffico stradale pesante = 18 t/asse; trincea larga o stretta;
- Tipo UNI 303/2: temperatura massima permanente 40°C; massimo ricoprimento del terreno (misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo) 4 m; traffico stradale medio e leggero < 12 t/asse; trincea stretta.

Le tubazioni dovranno essere fornite in lunghezza di 6 m più la lunghezza del giunto incorporato.

Le dimensioni dei diametri nominali degli spessori, dei diametri interni e dei pesi unitari per ogni classe di tubi sono riportate nella Tabella che segue.

Per il calcolo dei pesi si sono considerati i seguenti parametri:

- massa volumetrica: 1,42 kg/dmc;
- spessore: pari a quello teorico maggiorato di metà della massima tolleranza ammessa dalla norma UNI 7447.

	TIPO UNI 303/1	TIPO UNI 303/2
--	-----------------------	-----------------------

DIAMETRO NOMINALE MM	SPESSORE INTERNO MM	DIAMETRO INTERNO MM	PESO KG/M	SPESSORE MM	DIAMETRO INTERNO MM	PESO KG/M
110	3.0	103.50	1.54	3.0	103.50	1.54
125	3.0	118.50	1.76	3.0	118.50	1.76
160	3.6	152.24	2.70	3.2	153.08	2.41
200	4.5	190.35	4.20	3.9	191.61	3.66
250	6.1	236.99	7.06	4.9	239.51	5.72
315	7.7	298.63	11.19	6.2	301.78	9.09
400	9.8	379.22	18.05	7.8	383.42	14.48
500	12.2	474.18	28.05	9.8	479.22	22.69
630	15.4	597.46	44.54	12.3	603.97	35.82
710	17.4	673.26	56.67	14.0	680.40	45.89
800	19.6	758.64	71.89	15.6	767.04	57.60

Le tolleranze sullo spessore e sul diametro esterno medio saranno conformi a quanto prescritto nella norma UNI 7447.

I raccordi ed i pezzi speciali in PVC dovranno rispondere alle caratteristiche contenute nelle norme UNI 7447 e UNI 7449.

Sistemi di giunzione e loro esecuzione

Per quanto riguarda i sistemi di giunzione per le tubazioni con funzionamento a pelo libero valgono le modalità riportate al comma 5.

Prove e Collaudi

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

UNI 7448.75: tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.

UNI 7449.75: raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.

Le prove saranno eseguite da un Istituto ufficiale specializzato, a giudizio della Direzione Lavori ed in presenza di un suo rappresentante, sia sui prodotti di una stessa partita giacenti presso il fabbricante, sia sulle tubazioni giacenti in cantiere o finite in opera.

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

L'Impresa dovrà fornire a sue spese la mano d'opera e l'assistenza necessaria (prelievo e fornitura dei campioni, trasporto all'Istituto ecc.) apparecchiature per prove in cantiere, per l'esecuzione delle prove stesse.

Tutti gli oneri derivanti dalle operazioni per prove e collaudi, nonché il costo delle prove presso l'Istituto, saranno a carico dell'Impresa.

Certificati di Prova e di Qualità

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

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

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

Collaudo in Opera

La prova si intende riferita alla condotta posata in opera con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni, intendendo quindi escluso qualsiasi altro accessorio idraulico tipo: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc....

La prova idraulica in opera dei tubi di PVC sarà effettuata su tratte di lunghezza fino a 1.000 m.

Dovrà innanzitutto essere realizzato un opportuno ancoraggio della condotta nello scavo, mediante il parziale riempimento con terra vagliata, che lasci i giunti scoperti ed ispezionabili e/o con blocchi di ancoraggio in calcestruzzo.

Ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi e dei giunti stessi sottoposti a pressione.

Per le prove di tenuta idraulica delle tratte funzionanti a pelo libero si rimanda a quanto prescritto nel paragrafo "Posa in opera delle tubazioni". Per le tratte funzionanti in pressione la prova verrà condotta come segue.

Si procederà al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato anche il manometro.

Dovrà essere posta la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc.... per consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta la si metterà in pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un kgf/cm² al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio a 20°C. Questa verrà mantenuta per circa due ore, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta.

Ad esito positivo di questa prova si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova idraulica.

Quest'ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio a 20°C, dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e dovrà rimanere costante per una durata di 2 ore.

Solo ad esito positivo della suddetta prova, si procederà al totale rinterro del tronco in esame.

Posa in Opera delle Tubazioni

Per le tubazioni in PVC il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile ed eseguito secondo le norme specifiche dell'art. 17, sarà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e creare un piano d'appoggio continuo per tutta la lunghezza del tubo.

La larghezza dello scavo dovrà essere sufficiente a permettere una cavetta del fondo ed il collegamento della tubazione.

Prima della posa in opera del tubo sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia, o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm e che non contenga pietruzze, sul quale verrà posto il tubo che sarà rinfiancato almeno 20 cm per lato e ricoperto con il medesimo materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore. Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

Art. 21 - Tubazioni in calcestruzzo prefabbricate

Generalità

Per le condotte di acque bianche saranno utilizzati tubi in calcestruzzo semplice a sezione circolare con o senza piede d'appoggio. Potranno essere eccezionalmente usati tubi in calcestruzzo per liquami o acque chimicamente aggressive solo se i tubi saranno internamente protetti con rivestimenti anticorrosivi. Tubi circolari di diametro fino a 300 mm, con fori laterali, passanti di diametro compreso entro 10 o 20 mm saranno utilizzati per drenaggi od aggettamenti.

Qualora l'Impresa, nel proprio interesse o di sua iniziativa, impieghi materiali di dimensioni, consistenza o qualità superiori a quelle prescritte, ciò non le darà diritto ad un aumento dei prezzi, ma i tubi saranno pagati in base alle dimensioni del progetto, con i prezzi dell'Elenco. I tubi dovranno essere fabbricati da Ditta specializzata in apposito stabilimento approvato dalla Direzione Lavori adoperando idonee apparecchiature in modo che il prodotto risulti uniforme, omogeneo e conforme a queste specifiche; la Direzione Lavori si riserva il diritto di eseguire in detti stabilimenti tutti i controlli e le prove che ritiene necessarie senza ciò rilevi l'Impresa dalle sue responsabilità o gli diano diritto ad una maggiorazione dei prezzi.

Materiali

Per quanto concerne i materiali da usare nella preparazione dei calcestruzzi per tubazioni (inerti, acqua, cemento, additivi, ferri d'armatura, ...) valgono le relative specifiche di cui all'articolo 1 del presente Capitolato.

Rivestimenti Anticorrosivi

Per quanto riguarda i rivestimenti anticorrosivi per la protezione dei tubi in calcestruzzo, si usano i seguenti materiali:

- vernici epossidiche a base sintetica liquida bicomponente;
- vernici epossicatramose a base sintetica liquida bicomponente con l'aggiunta di plastificante costituito da pece proveniente dalla distillazione del Carbon fossile.

Preparazione della Superficie alla Verniciatura

Stagionatura: le tubazioni devono subire una stagionatura di almeno 30 giorni.

Umidità: l'applicazione del rivestimento potrà effettuarsi preferibilmente su superfici asciutte (max umidità del supporto: 20%).

In casi particolari la Direzione Lavori potrà autorizzare l'utilizzazione di opportuni "primer", a base epossidica emulsionabili in acqua ed aventi uno spessore non inferiore a 200 µm con un consumo minimo di materiale di 400 gr/mq ed in grado di resistere ad una controspinta idraulica di almeno 1 atm.

Caratteristiche della superficie in cemento da rivestire delle tubazioni prefabbricate

La superficie da rivestire sarà ruvida ed esente da qualsiasi strato polverulento e/o male ancorato che potrebbe formarsi sul supporto cementizio durante l'essiccazione.

L'impasto cementizio impiegato per la fabbricazione delle tubazioni dovrà essere esente da disaeranti, distaccanti sospensivi, bagnanti ed in generale tutti quegli additivi che per naturale costituzione dovessero affiorare sulla superficie da verniciare e danneggiare o impedire totalmente l'adesione del sistema epossidico liquido senza solvente, si dovrà pertanto controllare e scegliere i tipi idonei di additivo fluidificante.

Preparazioni ordinarie

Le possibili preparazioni delle strutture murarie consisteranno nelle seguenti operazioni: raschiatura e/o spazzolatura a secco; eliminazione della polvere; eventualmente mediante aspirazione.

Preparazioni straordinarie

Sgrassatura ed eliminazione delle muffe

Se sulle superfici da rivestire si rivelasse la presenza di macchie d'olio, grassi o simili, o di muffe, si dovrà procedere nel modo seguente: sulla zona interessata verrà spruzzato del fosfato trisodico in polvere: si bagnerà quindi per 10 minuti con acqua tiepida o calda, infine la superficie dovrà essere pulita mediante spazzole dure finché ogni traccia d'unto sia scomparsa.

Qualora si tratti di macchie di una certa estensione, dopo il trattamento precedente, dovrà accertarsene la completa scomparsa riscaldando la superficie ad almeno 55°C per circa mezzora mediante una lampada a raggi infrarossi, posta a circa 15 cm di distanza. Le eventuali tracce di olio o grasso che in tal modo affiorassero verranno asportate mediante ripetizione dell'indicato trattamento di lavaggio.

Sigillatura di fenditure e giunti

Le spaccature verranno allargate almeno fino a 3 mm e approfondite almeno fino a 6 mm mediante idonei scalpelli. Quanto ai giunti, il materiale impiegato all'atto della loro realizzazione per ricavare il relativo vano dovrà essere completamente asportato.

Le fenditure o i giunti verranno quindi accuratamente puliti dal materiale labile e dalla polvere, abbondantemente lavati con acqua e quindi essiccati.

Si procederà infine alla sigillatura mediante gli appositi mastici anticorrosivi - e, per i giunti, anche elastici - che il fabbricante della vernice protettiva da impiegare avrà prescritti.

Calcestruzzi

Generalità

Per la confezione, trasporto, getto, campionature e protezione dei calcestruzzi valgono le specifiche di cui all'articolo 11 del presente Capitolato.

Classificazione e Dosaggi

Per quanto concerne la classificazione ed i dosaggi nella confezione dei calcestruzzi vale quanto indicato nelle specifiche di cui all'articolo 11 del presente Capitolato con la sola classificazione così modificata:

Classe	Resistenza minima r 28 gg (kg/cm ²)	Dosaggio cemento quantità minima (kg/m ³)	Diametro max inerte grosso mm
A1	450	400	1/4 dello spessore della parete del tubo
B1	400	350	
C1	300	250	

Costipamento, Vibrazione e Centrifugazione

Il calcestruzzo, durante il getto, dovrà essere centrifugato, costipato o vibrato con adatti mezzi meccanici o apparecchiature in modo da garantire l'impermeabilità e la resistenza

senza che questa operazione provochi la separazione dei componenti del calcestruzzo e ne garantiscano la resistenza richiesta e l'impermeabilità del tubo finito.

Finitura dei Calcestruzzi

La finitura delle superficie dei calcestruzzi per tubazioni sarà di grado F4 per le superfici interne, bicchieri, giunti ecc..., per le superfici esterne la finitura sarà di grado F3 per i prefabbricati e F2 per le tubazioni gettate in opera il tutto in conformità a quanto specificato al punto 7.16.

Tolleranze

L'Impresa è tenuta ad osservare le tolleranze indicate nelle "Norme per i tubi di cemento armato ordinario per condotte in pressione" elaborato dall'Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria (A.N.D.I.S.) ed in particolare le seguenti.

Le tubazioni che presentino rispetto alle dimensioni di progetto differenze maggiori delle tolleranze ammesse saranno rifiutate a giudizio insindacabile della Direzione Lavori e l'Impresa dovrà allontanare dal cantiere gli elementi rifiutati:

a) differenze dell'asse della tubazione:

- per elementi < 1 m sino a 3 mm
- per elementi > 1 m sino a 2 mm per m
- bicchieri, incastri
e superfici esterne
di giunzione sino a 2 mm

b) differenze nel diametro:

- diametro interno sino a 5 mm
- bicchieri, incastri e
superfici esterne di
giunzione diametro
interno ed esterno sino a 2 mm

c) differenze nella lunghezza:

- per elementi < 1 m sino a 5 mm
- per elementi > 1 m sino a 2 mm per m
- bicchieri, incastri e
superfici esterne dei
bicchieri sino a 2 mm

d) Scostamento angolare delle testate dal piano verticale perpendicolare all'asse:

- per tubazioni $\phi < 500$ mm sino a 5 mm
- per tubazioni $\phi > 500$ mm sino a 10 mm.

Casseforme

Generalità

Per quanto concerne le prescrizioni generali da usare per le casseforme delle tubazioni valgono le specifiche di cui all'art. 13 - Casseforme.

Casseforme per Elementi Prefabbricati

Saranno esclusivamente in acciaio sagomato saldato o di fusione ed in numero sufficiente per garantire il tempo minimo di presa del calcestruzzo prima del disarmo.

Casseforme per Tubazioni Gettate in Opera

Potranno essere di tipo pneumatico o metallico su cancelli mobili in ogni caso l'Impresa dovrà curare in modo particolare gli ancoraggi ed il getto del calcestruzzo in modo da non spostare la cassaforma dagli allineamenti di progetto.

Tubazioni Prefabbricate

Tubazioni Prefabbricate in Calcestruzzo Semplice (Tubi di Cemento Normali)

La lunghezza dei tubi sarà di norma pari a 1000 mm; sono ammesse maggiori lunghezze purché multiple di 500 mm.

I giunti potranno essere a maschio e femmina per qualunque diametro. Lo spessore minimo dei tubi sarà compreso entro 25 e 60 mm.

Tubazioni Prefabbricate Centrifugate, Vibrocompresse o simili

I tubi dovranno essere armati preferibilmente con gabbia elettrosaldata in ferro tondo FE B 44k con dimensioni, spessori e resistenze ai carichi corrispondenti alla 2^a o 3^a classe della norma UNI. L'armatura può essere semplice o doppia, costituita da due serie di ferri disposti tra di loro tali da creare una rete a maglia quadrata o rettangolare.

Dovrà comunque essere garantito un ricoprimento minimo dei ferri di 1,5 cm. I diametri ed il passo della rete di armatura dovranno essere sufficienti a garantire i carichi di fessurazione e di rottura stabiliti più oltre per le prove di collaudo. I tubi dovranno essere fabbricati in officina od in cantieri attrezzati a tale scopo che garantiscano un'uniformità di caratteristiche e qualità del prodotto finito. Secondo il processo di prefabbricazione i tubi potranno essere vibrocompressi, centrifugati o turbocompressi.

La stagionatura potrà avvenire naturalmente a contatto con l'aria oppure artificialmente in acqua o con vapore.

La lunghezza minima delle tubazioni sarà di 2 m eventuali lunghezze inferiori potranno essere accettate se approvate dalla Direzione Lavori. Lo spessore delle tubazioni non potrà essere inferiore a quello indicato nei disegni di progetto. Tutte le tubazioni prefabbricate dovranno essere contrassegnate con:

- nome del costruttore e marchio della fabbrica;
- data di produzione;
- tipo e dimensioni del tubo.

Controlli e Prove

Generalità

Salvo le prove sui calcestruzzi come indicato all'articolo 11, gli elementi prefabbricati verranno sottoposti a controlli e prove dirette in modo da verificare la corrispondenza della qualità e della uniformità dei manufatti.

Le prove saranno eseguite su almeno tre di ogni tipo e per ogni diametro. Se durante il controllo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali, si ripeterà la prova su un numero doppio.

I tubi saranno prelevati dalla partita da fornirsi sia in fabbrica che in cantiere. Detti tubi saranno forniti gratuitamente dall'Impresa.

Alla scelta dei tubi da sottoporre alle prove si procederà di comune accordo tra l'Impresa e la Direzione Lavori. I tubi prescelti saranno marcati, numerati e catalogati prima di eseguire le prove.

I tubi innanzitutto saranno sottoposti ad un controllo dimensionale: diametro, spessore, lunghezza, angolo di curvatura e deviazioni delle superfici frontali in modo da verificare se le misure del manufatto sono entro i limiti di tolleranza indicati.

Le altre prove saranno eseguite da un Istituto specializzato, scelto dalla Direzione Lavori, il quale emetterà un certificato dei risultati ottenuti sui campioni.

Si potranno altresì eseguire le prove anche presso lo stabilimento di produzione qualora ivi esistano le idonee apparecchiature, e sempre in presenza della Direzione Lavori. I costi delle prove sono a carico dell'Impresa.

I tubi utilizzati per le prove devono essere asciutti indipendentemente dall'età: tuttavia a richiesta della Direzione Lavori, le prove di schiacciamento possono essere eseguite su tubi bagnati, tenendoli immersi in acqua per almeno 1 settimana qualora siano disponibili allo stadio di media umidità.

Le prove eseguite su tubi che non siano asciutti o saturi nel senso sopra indicato, non sono ritenute valide.

Prove di Impermeabilità

Verrà eseguita riempiendo un tubo con acqua alla pressione di 0,5 Atm per la durata di 15 minuti, verificando che durante tutta la durata della prova non si debbano verificare fessurazioni né trasudi di acqua.

Prove di Assorbimento su Spezzone

Dai tubi provati a rottura alla pressione interna verranno ricavati due provini per ciascun tubo aventi area superficiale compresa tra 100 e 150 cmq, spessore come quello della parete del tubo. Si curerà di lisciare le superfici di taglio e che i provini siano esenti da qualsiasi traccia di fessurazione. Essi saranno essiccati a temperatura non superiore ai 100°C e saranno da considerarsi secchi quando due pesate successive a distanza di due ore diano una variazione di peso inferiore allo 0,1%.

Successivamente i provini, dopo essere stati posati, verranno immersi in adatto recipiente pieno di acqua distillata o piovana: l'acqua sarà portata all'ebollizione e mantenuta a 100°C per 5 ore, dopo di che i provini saranno lentamente raffreddati in acqua fino ad una temperatura compresa tra i 15° e 20°C. I provini saranno quindi estratti, lasciati all'aria per non più di un minuto, asciugati superficialmente ed immediatamente pesati.

L'incremento di peso del provino tra lo stato secco e quello subito dopo la bollitura, espresso in percentuale del peso allo stato secco, non deve superare l'8%.

Prove di Rottura per Schiacciamento

La prova può essere eseguita su un tubo intero oppure su un tronco cilindrico dello stesso, lungo non meno di 1 m.

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 apertura di almeno 0,25 mm su di una lunghezza di almeno 30 cm. Il carico di rottura è quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino presenti almeno una fessura longitudinale avente apertura di almeno 5 mm su di una lunghezza di almeno di 1 metro.

Il carico di fessurazione e di rottura non dovranno risultare inferiori ai limiti seguenti in kg per m di tubo:

- carico di fessurazione 60 x DN
- carico di rottura 100 x DN

con DN espresso in centimetri.

Il provino deve essere provato con il metodo delle 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 minuto 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 su una base rigida. La distanza tra i due travetti dovrà essere pari a 1/12 del diametro interno del tubo.

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

Il carico viene applicato superiormente tramite un travetto di legno ben quadrato 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.

Si può anche superiormente 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:

$$R = \frac{\text{Carico di prova}}{\text{Lunghezza utile}}$$

La larghezza delle fessure è misurata con una lamina metallica. Essa dovrà penetrare liberamente per almeno 15/10 mm a brevi intervalli per la lunghezza indicata di 30 cm.

Prove di Resistenza all'Abrasione ed all'Aggressività Chimica

In mancanza di precise norme nazionali le prove verranno effettuate in conformità alle norme DIN n°1045 e DIN 4030.

Motivi di Rifiuto

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

- 1) perché 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 accettazione;
- 3) per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o mancanza di tenuta dei giunti;
- 4) per danneggiamento delle testate che non consentano di effettuare una giunzione a regola d'arte.

In tal caso la Ditta sarà tenuta a sostituire prontamente il materiale rifiutato con altro rispondente alle norme contrattuali con l'avvertenza che, nel caso non provvedesse tempestivamente l'Amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva e impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare all'Amministrazione appaltante dalla inadempienza del contratto.

Posa in Opera delle Tubazioni

Vedi specifiche all'articolo 27 - Posa in opera delle tubazioni.

Nel caso nel progetto sia previsto l'impiego di tubazioni prefabbricate in calcestruzzo non armate, quale sistema di drenaggio delle acque di percolazione e di filtrazione di falda sotto le platee di fondazione, esse saranno poste in opera a giunto aperto (5 mm) secondo le pendenze e le distanze indicate nei disegni. I tubi saranno posti, rinfiacati e ricoperti con uno strato di ghiaia vagliata con pezzature minime 10 mm e massime 30 mm. L'acqua di raccolta verrà convogliata nella canaletta di aggettamento e scarico.

Sottofondi e Rinfiacchi delle Tubazioni

I sottofondi ed i rinfianchi di appoggio per i tubi in calcestruzzo semplice saranno, di norma, in calcestruzzo Classe C secondo le sezioni di progetto. In casi particolari i tubi potranno essere ricoperti completamente con uno strato di calcestruzzo variante fra i 20 ed i 30 cm. I tubi verranno disposti a partire dal punto più a valle del tratto di tubazione ed in corrispondenza di ciascun punto di giunzione del tubo, si avrà cura di lasciare nel sottofondo o di ricavare nel terreno a seconda dei casi, lo spazio occorrente per la formazione del giunto.

Di norma dovrà essere evitato il taglio dei tubi, ma all'occorrenza, si farà in modo da operare sull'elemento più a monte o su quello più a valle prima di calarlo nella trincea. Nel taglio si opererà con diligenza, prestando attenzione a non incrinare lo spezzone da utilizzare e curando l'ortogonalità della superficie di taglio rispetto all'asse del tubo. Di norma, le estremità tagliate saranno inglobate nel getto dei muri perimetrali delle camerette e dei pozzetti.

I tubi in calcestruzzo armato verranno posti in opera su sottofondo di calcestruzzo magro oppure su sottofondo in ghiaia a giudizio della Direzione Lavori quindi rinfianchati e se necessario ricoperti con lo stesso materiale del sottofondo. Le dimensioni del sottofondo e rinfiango saranno secondo i disegni di progetto.

Giunti delle Tubazioni

Per i tubi con giunto ad incastro (maschio e femmina) il giunto sarà realizzato con cemento. Le due testate da congiungere saranno accuratamente pulite e poi bagnate; verrà quindi applicato il legante sulle due estremità indi i due tubi saranno stretti uno contro l'altro facendo rifluire all'esterno ed all'interno del giunto il legante eccedente.

Ripulite perfettamente tutte le escrescenze si procederà alla verifica della esatta collocazione dell'elemento immorsandolo quindi nel calcestruzzo di sottofondo e di rinfiango.

Per i giunti a bicchiere si utilizzeranno anelli di gomma sintetica (conformi alle norme UNI 4920) o meglio di polietilene. Il materiale di cui saranno formati gli anelli dovrà possedere elevata resistenza agli agenti aggressivi e conservarsi elastico anche a basse temperature.

Il rivestimento dell'incastro di ogni tubo (punta maschio – bicchiere femmina) dovrà comunque essere eseguito in soluzione unica, senza discontinuità e con la stessa resina. La resina usata dovrà garantire una durezza standard pari a 70 +/- 10 shore D. La resina dovrà garantire resistenza all'abrasione (metodo di prova con apparecchiatura Taber secondo ASTM D 3389, con perdita di massa non superiore ad 80 mg dopo 1000 giri) e offrire velocità ai fluidi ivi convogliati. La resina poliuretanica dovrà avere un aggrappaggio al calcestruzzo non inferiore a 30 +/- 5 kg/cmq, oppure a strappo del calcestruzzo stesso.

L'anello di tenuta in gomma elastomerica, con sezione a cupside, dovrà avere una durezza standard di 45 +/- 5 shore A. Le giunzioni dei tubi così eseguite dovranno garantire la tenuta idraulica secondo la norma DIN 4033, e consentire perciò il collaudo dell'opera secondo le specifiche del presente C.S.d'A..

Le dimensioni degli anelli debbono essere tali da garantire la perfetta tenuta del giunto. Potrà anche essere prescritto che per mantenere gli anelli in posto e perfettamente perpendicolari all'asse della tubazione, venga creato nel bicchiere un leggero incavo. Sistemato l'anello nella esatta posizione, si imbocherà quindi nel bicchiere il tubo da infilare che verrà spinto a fondo, con l'ausilio di attrezzi a leva o a tiranteria, fino al collare, mantenendo gli assi dei tubi perfettamente allineati. Verrà controllato quindi l'esatto allineamento dei tubi provvedendo alla loro sistemazione. Quindi verrà stuccato lo spazio fra bicchiere e tubo con pasta di puro cemento a lenta presa, o con altri prodotti approvati dalla Direzione Lavori, comprimendo il legante con apposito attrezzo o con matrici utilizzando pure se necessario una terza parete di riempimento. Il tipo, le dimensioni ed il materiale

costituenti l'anello in gomma dovranno essere dichiarati in modo impegnativo dal fabbricante.

Potranno essere eseguite prove di tenuta su una o più coppie di tubi al fine di garantire la tenuta della giunzione ed una pressione di 0,5 atm.

Le guarnizioni in gomma dovranno essere imballate al riparo dalla luce e dall'aria fino alla loro posa in opera.

A richiesta della Direzione Lavori sarà eseguita all'interno delle tubazioni una sigillatura plastica con resine siliconiche (BOSTON-SIKA) o con sigillanti poliuretanici bicomponente tipo KERALASTIC.

Art. 22 - Tubazioni di acciaio

Tubazioni

I tubi dovranno essere in acciaio non legato saldabile e presentare le caratteristiche indicate nella norma UNI 6363-84 riguardante i tubi senza saldature e saldati di acciaio non legato per condotte d'acqua, nella norma UNI 1285-68 riguardante il calcolo dello spessore dei tubi e nella Circolare 2136 del 5.5.1966 Min.LL.PP. riguardante le "Istruzioni per l'impiego delle tubazioni di acciaio saldate".

In particolare le tubazioni dovranno essere in acciaio Fe 410 del tipo saldato elicoidalmente o longitudinalmente con estremità a bicchiere sferico, delle dimensioni corrispondenti alla serie B del punto 7 della norma UNI 6363-84, con rivestimento esterno bituminoso di tipo pesante.

Le tubazioni in acciaio inox dovranno essere del tipo AISI 304.

Superficie

I tubi dovranno risultare privi di difetti superficiali che possano pregiudicare l'impiego.

Saranno ammessi tuttavia locali leggeri aumenti o diminuzione di spessore, piccole striature longitudinali dovute al processo di fabbricazione, purchè lo spessore rimanga compreso in ogni punto entro le tolleranze prescritte dal presente articolo.

E' ammessa l'eliminazione dei difetti purchè lo spessore finale non risulti inferiore al minimo prescritto.

Forma

I tubi dovranno risultare ragionevolmente diritti a vista e dovranno presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte.

Le estremità di ciascun tubo dovranno essere tagliate perpendicolarmente all'asse del tubo stesso e non dovranno presentare bavature.

Estremità

I tubi dovranno avere le seguenti estremità:

- per giunzioni testa a testa:
 - lisce, per spessore fino a 3,2 mm incluso;
 - smussate, per spessore maggiore di 3,2 mm
- per giunzione a bicchiere:
 - giunto cilindrico per tubi $\leq$ DN 125
 - giunto sferico per tubi $\geq$ DN 150

Lunghezza

I tubi dovranno essere forniti nei seguenti campi di lunghezza da 4 a 8 m o da 8 a 13,5 m. Eccezionalmente potranno essere fornite lunghezze diverse da concordare.

Per i tubi con lunghezza da 8 a 13,5 m sarà ammesso che la fornitura, per un massimo dell'8%, contenga tubi di lunghezza minore di 8m, ma in nessun caso minore di 4 m.

Prove sui Tubi

Il fornitore dovrà garantire che i tubi corrispondano alle prescrizioni contenute nella Norma UNI 6363-84 e, a richiesta del Committente, dovrà rilasciare una dichiarazione da cui risulti l'esito delle verifiche e delle prove effettuate in officina.

In ogni caso il Committente potrà richiedere l'esecuzione, presso lo stabilimento di produzione o presso laboratori specializzati, di tutte le prove previste dalla norma UNI 6363 - 84.

Determinazione dello Spessore da Assegnare alla Tubazione

Premesso che la pressione nominale (PN), a temperatura ambiente, e la massima pressione a cui possono essere sottoposti in esercizio i tubi, comprensiva pertanto degli eventuali colpi d'ariete, lo spessore del tubo dovrà soddisfare la norma UNI 1285-68 e su richiesta, per i soli tubi saldati, la circolare n. 2136 del 5 maggio 1966.

Rivestimenti

La protezione esterna e/o interna dovrà essere concordata di volta in volta scegliendo fra quelle sotto indicate:

Superficie esterna

- Tratti aerei
- 1) Semplicemente bitumati
 - 2) Verniciati con minio di piombo oleosintetico
 - 3) Rivestimento in resina
 - 4) Zincati per metallizzazione a spruzzo o a caldo o con vernice
- Tratti interrati
- 1) Rivestimenti bituminosi di tipo "Normale" o "Pesante"
 - 2) Rivestimenti in resina

Superficie interna

- 1) Semplicemente bitumata
- 2) Bitumata a spessore (per DM > 50) per centrifugazione
- 3) Rivestita in resina
- 4) Zincatura a caldo

Il rivestimento interno dovrà in ogni caso corrispondere alle normative in vigore per il contatto continuo con acqua potabile. La D.L. potrà richiedere alle Autorità competenti (ASL, Ministero Sanità, ecc.....) l'esecuzione di prove e certificazioni specifiche; i costi relativi sono a carico dell'Appaltatore.

Caratteristiche dei rivestimenti

- a) Rivestimento bituminoso esterno tipo "Normale", da prevedersi per condotto interrato in ambienti e condizioni di esercizio normali.

Costituzione

- fondo pellicola di bitume
- protettivo strato di adeguato spessore di miscela bituminosa
- armatura doppio strato di feltro di vetro impregnato con detta miscela bituminosa
- finitura pellicola di idrato di calcio
- Armatura feltro di vetro: peso medio < 50 g/mq
- Spessore del rivestimento

DIAMETRO NOMINALE mm	SPESS. MEDIO TOTALE mm	DIAMETRO NOMINALE mm	SPESS. MEDIO TOTALE mm
-	-	350÷400	5
40÷65	3	450÷500	5.5
80÷100	3.5	550÷600	6.5
125÷100	4	650÷800	7
-	-	900	7.5
175÷300	4.5	1000÷1200	8
-	-	1300÷1550	8.5

- b) Rivestimento bituminoso esterno tipo "Pesante", da prevedersi per condotte interrate od immerse in zone accidentate ed in ambienti aggressivi e per il convogliamento di acqua calda fino alla temperatura max di 40 °C.

Costituzione

- fondo pellicola di bitume
- protettivo strato di adeguato spessore di miscela bituminosa
- prima armatura strato di feltro di vetro impregnato con detta miscela bituminosa
- seconda armatura strato di tessuto di vetro impregnato con detta miscela bituminosa
- finitura pellicola di idrato di calcio

Armatura

- feltro di vetro: peso medio < 50 g/mq
- tessuto di vetro: peso medio > 180 g/mq.

Spessore del rivestimento

DIAMETRO NOMINALE mm	SPESS. MEDIO TOTALE mm	DIAMETRO NOMINALE mm	SPESS. MEDIO TOTALE mm
-	-	350÷400	6
40÷65	4	450÷500	7
80÷100	4.5	550÷600	8
125÷100	5	650÷800	8.5
-	-	900÷1200	9
175÷300	5.5	1300÷1550	9.5

- c) Verniciatura esterna con minio di piombo oleosintetico da prevedersi per condotte aeree in ambienti e condizioni normali di esercizio.

Costituzione

- pellicola di minio di piombo oleosintetico.

Caratteristiche

- minio di piombo in resina gliceroftalica modificata con olii;
- spessore medio totale: 40.

- d) Semplice bitumatura esterna da prevedersi per condotte aeree in ambienti e condizioni normali di esercizio e quando è prevista l'applicazione di rivestimento bituminoso in opera.

Costituzione

- Pellicola di bitume

e) La zincatura esterna a spruzzo da prevedersi per condotte aeree in ambienti atmosferici aggressivi.

Costituzione

- preparazione della superficie: sabbiatura
- strato di zinco

Caratteristiche

- Zinco utilizzato
- titolo > 99,90% (UNI 2013)
- Spessore:
- strato di 60 ÷ 70 di zinco
- controllabile con metodo magnetico (UNI 4195) oppure con metodo chimico (UNI 4238).
- Aderenza:
- non devono rilevarsi distacchi del rivestimento a seguito di intagli a reticolo (UNI 5102).

f) La verniciatura esterna con vernice allo zinco da prevedersi per condotte aeree in ambienti atmosferici aggressivi.

Costituzione

- preparazione della superficie: sabbiatura
- pellicola di vernice ad alto contenuto in zinco.

Caratteristiche

- polvere di zinco di elevata purezza in legante sintetico
- spessore medio totale: 40.

g) La semplice bitumatura interna da prevedersi per il convogliamento di acque non aggressive e condizioni normali di esercizio.

Costituzione

- pellicola di bitume

h) La zincatura interna ed esterna a caldo da prevedersi per condotte per il convogliamento di acque aggressive e per condotte aeree in ambienti atmosferici aggressivi.

Costituzione

- preparazione della superficie: decapaggio
- strato di zinco

Caratteristiche

- Zinco utilizzato
- titolo > 98,25% (UNI 2013)
- Massa media per unità di superficie
- metodo Aupperle (UNI 5741): < 400 g/mq
- Uniformità
- metodo Presce (UNI 5743): > 4 immersioni

Aderenza:

a) per $\phi < 70$: non devono rilevarsi cricature all'esame ad occhio nudo, dopo piegamento a 90° (ϕ mandrino - 16 ϕ e tubo);

b) per $\phi < 70$: non devono rilevarsi cricature all'esame ad occhio nudo dopo schiacciamento fino a 12 volte lo spessore del tubo.

i) Il rivestimento bituminoso interno a spessore da prevedersi per acquedotti per il convogliamento di acque aggressive dolci e dure, acque salmastre, acqua di mare ed altre eventuali fluidi corrosivi.

Costituzione

- preparazione della superficie: decapaggio - fosfatizzazione
 - fondo: pellicola di bitume
 - protettivo: strato di adeguato spessore di miscela bitumi
- Spessore del rivestimento

DIAMETRO NOMINALE mm	SPESSORE MEDIO TOTALE mm
50÷275	2
300÷1550	3

- l) Il rivestimento interno a base di resine epossidiche, senza solventi, avrà spessore 250 micron, e dovrà essere presentato il certificato di idoneità al contatto con liquidi alimentari, così come stabilito dalla circolare 102/73 del Ministero della Sanità.

Prove sui Rivestimenti

I rivestimenti finiti dovranno essere sottoposti alle seguenti prove:

- controllo della costituzione del rivestimento: consistente nella verifica della costituzione secondo quanto precedentemente descritto nonché della compattezza e della buona formatura;
- prova della continuità: verrà eseguita con strumento del tipo rilevatore a scintilla (detector) capace di fornire una tensione elettrica alternata sufficiente a mettere in evidenza eventuali discontinuità del rivestimento. La prova verrà considerata positiva per tensione compresa tra 10.000 e 15.000 volt;
- controllo dello spessore del rivestimento: dovrà essere eseguito sul 3% dei tubi rivestiti; sullo spessore medio totale verrà ammessa una tolleranza pari a 10%.

Pezzi Speciali

I pezzi speciali dovranno, di norma, essere ricavati da tubi aventi le stesse caratteristiche di quelli diritti e, quando possibile, sottoposti in officina ad una pressione di prova doppia di quella massima di esercizio, ma comunque non superiore a quella a cui viene assoggettato il corrispondente tubo diritto.

Qualora non si possa effettuare la prova con le normali attrezzature, la stessa dovrà essere eseguita in officina ed ai valori sopra stabiliti, sul tubo di partenza.

Per pezzi speciali particolari potranno essere concordate, all'atto dell'ordinazione, prove supplementari.

Le estremità dei pezzi speciali dovranno essere identiche a quelle dei tubi diritti della condotta e, ove necessario, di altro tipo da precisare.

Nel caso di giunzione a flangia, salvo diversa prescrizione, queste ultime dovranno essere del tipo "Flange libere con anello di appoggio da saldare a sovrapposizione" forate secondo la UNI 2223-67 e per le rispettive PN.

Trasporto dei Tubi Protetti con Rivestimenti Esterni

Allo scopo di mantenere efficiente la protezione con rivestimento bituminoso o altri rivestimenti, sarà opportuno, durante le operazioni di trasporto e maneggio tubi, tener presente le seguenti raccomandazioni:

- Durante le operazioni di carico e scarico, i tubi singoli o in fascio non dovranno essere sostenuti con funi o con catene, ma con larghe bande di tela gommata od imbottita; se i tubi hanno un diametro maggiore di 100 mm, sarà opportuno manovrarli singolarmente agganciandoli alle due estremità.

- I tubi dovranno essere accatastati in modo che le estremità a flangia o a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sovrastanti o sottostanti.
- Si dovrà limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento del rivestimento dei tubi posti negli strati inferiori, tenendo presenti le condizioni ambientali (in particolar modo la temperatura).
- Durante il trasporto in ferrovia, nave od automezzo, i tubi dovranno essere sistemati in modo da impedire le oscillazioni e gli sfregamenti; i montanti contro i quali poggiano i tubi esterni dovranno essere convenientemente imbottiti o fasciati con materiali morbidi (paglia, stracci, ecc....).
- I tubi non dovranno essere lasciati cadere a terra, rotolati o strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego con cura per evitare danni al rivestimento.
- La zona di accatastamento dovrà avere una superficie di appoggio piana e priva di ghiaia, pietre o altri oggetti acuminati che possano penetrare nel rivestimento; dovrà inoltre essere sgombrata dalla gramigna che ha il potere di intaccare i rivestimenti a base di bitume.

Saldatura della Condotta

Prima di essere assiemati i tubi dovranno essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle estremità ed al rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati.

I tubi dovranno anche essere puliti all'interno per eliminare ogni materiale che vi fosse eventualmente introdotto.

Quindi, a seconda del tipo di giunzione, si avvicineranno le testate dei tubi o si accoppieranno i bicchieri o si procederà alla loro giunzione mediante saldatura, onde formare dei lunghi tronchi da deporre a lato dello scavo, ed in qualche caso sopra lo scavo stesso, pronti per essere posati quando il letto di posa sarà disponibile.

Nel caso di pendenze elevate e di giunti a bicchiere, i tubi dovranno essere collocati con i bicchieri rivolti verso l'alto facilitando così l'esecuzione delle giunzioni.

Ispezione, Controllo e Prove delle Saldature

L'Amministrazione Appaltante avrà il diritto di ispezionare tutte le saldature sia alla fine dell'operazione che durante l'operazione stessa, purchè ciò non costituisca intralcio al normale svolgimento del lavoro.

L'ispezione dovrà essere eseguita anche saltuariamente dalla Direzione Lavori o da un suo incaricato:

- al taglio e preparazione dei lembi;
- alla presentazione degli smussi;
- alla pulizia dei lembi dello smusso;
- al controllo visivo delle saldature di prima passata e relativa penetrazione;
- al controllo di buona esecuzione delle passate successive.

La saldatura dovrà risultare esente da irregolarità e dovrà avere l'aspetto di una lavorazione accurata. Le incisioni marginali non possono superare 0,8 mm di profondità, rispetto alla generatrice esterna del tubo passante per quel punto.

Indipendentemente da quanto sopra, su specifica richiesta della Direzione Lavori le giunzioni saldate dovranno essere sottoposte ad una prova di tenuta che permetta di localizzare ed eliminare le eventuali saldature difettose senza attendere il collaudo idraulico finale. Nei vari tronchi, chiusi alle due estremità, dovrà essere immessa aria compressa a 6-7 atm mentre verranno bagnate con acqua fortemente saponata le singole saldature.

Per tubazioni di particolari esigenze potranno essere concordati esami non distruttivi delle saldature.

Revisione e Riparazione dei Rivestimenti

Prima di calare le colonne o i singoli tubi nello scavo si dovrà procedere ad un'accurata revisione del rivestimento a vista, da integrare eventualmente con l'uso di un detector tarato a 10.000 V, per individuare le zone di lesione e ripararle. La riparazione si eseguirà asportando accuratamente tutta la parte distaccata e in via di distacco, pulendo a mezzo di spazzola metallica la superficie scoperta e verniciandola con vernice al bitume.

Quando la vernice sarà asciutta, si applicherà uno strato di bitume fuso (dello spessore di almeno 2 mm) e si ricoprirà accuratamente con tessuto di vetro imbevuto dello stesso bitume.

La ricopertura dovrà estendersi per almeno 5 cm oltre il contorno della parte lesionata. Nel caso di piccoli difetti e di piccole avarie la riparazione potrà limitarsi a semplice sfiamma tura e lisciatura con spatola.

Rivestimento delle Zone di Giunzione e delle Zone da Ripristinare

La protezione della zona del giunto dovrà essere eseguita con il seguente procedimento:

- sulle estremità del rivestimento di fabbrica realizzare, con opportuno utensile, un invito a becco di flauto;
- pulire a fondo tutta la superficie da rivestire con spazzola metallica in modo che risulti esente da polvere, terra, scorie di saldatura ecc.; una accurata pulizia deve essere effettuata anche su un tratto di 10 cm ca. del rivestimento esistente sui tubi nelle parti adiacenti alla zona metallica nuda;
- applicare sulle parti sopra indicate, rese pulite ed asciutte, almeno n°1 mano di vernice bituminosa;
- applicare, dopo che la pellicola di vernice è ben essiccata, uno strato di bitume fuso dello spessore di almeno 2 mm; l'operazione va eseguita versando il bitume con un mestolo nella parte superiore e spalmandolo con un tampone od una spatola od altro idoneo sistema in quella inferiore;
- controllare con un rilevatore a scintilla, tarato per una tensione di 10.000-12.000V, lo strato di bitume o di adesivo e ripristinare la sua continuità nei punti di scarica;
- eseguire una fasciatura in doppio strato con tessuto di vetro imbevuto di bitume caldo, sovrapponendo la fasciatura al rivestimento preesistente per almeno 5 cm.

Prova Idraulica delle condotte e loro disinfezione

La prova dovrà essere effettuata per tratti di lunghezza media di 500 m; lunghezze diverse potranno essere concordate fra Direzione Lavori e l'Impresa in relazione al tipo di impianto in esecuzione.

Ciascun tratto da provare dovrà essere unito ai due adiacenti mediante gruppi di prova corredati di fondello di chiusura, by-pass od elemento di sostituzione; in alternativa, su parere favorevole della Direzione Lavori, potranno essere impiegati piatti di chiusura oppure flange cieche nei casi in cui il tratto in prova terminerà con una flangia.

L'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario all'esecuzione delle prove cioè l'acqua di riempimento delle tubazioni, le pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori.

La prova verrà effettuata riempiendo gradualmente d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pompa idraulica applicata all'estremo più depresso della tratta stessa in ragione di non più di un'atmosfera al minuto primo.

Dopo il riempimento dovranno essere lasciati aperti, per un certo periodo, gli sfiati per favorire l'uscita di ogni residuo di aria.

I singoli tratti dovranno essere sottoposti ad una pressione di prova che sia di 5 atm più alta della rispettiva pressione di esercizio e, comunque, non inferiore a 15 atm.

La prova avrà la durata di 24 ore e non dovrà in nessun caso interessare le varie apparecchiature installate sulla tubazione.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai risultati riportati sul grafico del manometro registratore.

Quando richiesto dalla Direzione Lavori ogni prova delle tratte di tubazione, dovrà essere riportata su verbale accompagnata dal diagramma registratore.

A richiesta della Direzione Lavori la prova verrà effettuata a giunti scoperti con tubazione parzialmente rinterrata. In questo caso all'inizio della prova dovranno essere bene aperte e sgombre tutte le nicchie ed i singoli giunti debbono risultare puliti ed asciutti tali da permettere il controllo visivo dei medesimi da parte della Direzione Lavori.

Qualora le prove non diano risultato favorevole, si dovrà provvedere, a cura dell'Impresa, alle necessarie sostituzioni o riparazioni e le prove dovranno essere ripetute con le stesse modalità.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a sue spese la disinfezione delle condotte secondo le prescrizioni della ASL competente o, in mancanza, secondo le indicazioni della D.L..

Ripristini

Al termine della prova, qualora sia stata effettuata a giunti scoperti, dovranno essere effettuati i rivestimenti delle zone di giunzione e il ricoprimento del tubo in corrispondenza delle nicchie.

I ripristini delle pavimentazioni stradali dovranno essere effettuati dall'Impresa secondo le prescrizioni degli Enti interessati anche per quanto riguarda i termini di tempo e le norme di sicurezza, salvo i casi in cui la Direzione Lavori non provveda direttamente alla loro esecuzione tramite gli Enti stessi od a mezzo di Impresa specializzata.

Il rifacimento dei manufatti, demoliti o danneggiati dai lavori, dovrà eseguirsi a perfetta regola d'arte, nel rispetto delle dimensioni preesistenti e secondo le prescrizioni dei proprietari od enti interessati.

Nei ripristini relativi ad attraversamenti di fiumi, torrenti o corsi d'acqua in genere, la Direzione Lavori esaminerà di volta in volta la necessità di realizzare speciali difese idrauliche mediante il rivestimento degli argini con calcestruzzo o pietrame, o mediante la posa di blocchi, in pietra naturale o manufatti, gabbioni, buzzoni, fascinate, ecc....

Così pure nei ripristini relativi ad attraversamenti di canali di irrigazione o corsi d'acqua pensili, la Direzione Lavori esaminerà, di volta in volta, la necessità di eseguire il rivestimento completo del fondo e delle sponde onde evitare infiltrazioni o rotture.

Altre Prescrizioni nella Posa dei Tubi

In presenza di altre strutture metalliche interrate si dovrà tenere la condotta alla massima distanza possibile da esse. In particolare:

a) per le condotte urbane:

- nei parallelismi, se eccezionalmente si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, si dovrà controllare anzitutto il rivestimento con particolare cura, mediante un rivelatore a scintilla per verificarne in ogni punto la continuità; quindi dovrà essere eseguito un rivestimento supplementare come indicato al paragrafo 15 e, nell'eventualità che possano verificarsi contatti tra le strutture, dovranno essere inseriti tasselli di materiale dielettrico (ad es. tela bachelizzata, PVC, ecc....) dello spessore di almeno 1 cm;
- negli incroci si dovrà mantenere una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente la si dovesse ridurre, si dovrà eseguire sulla condotta da proteggere un rivestimento supplementare come indicato al paragrafo 15 ed avente una estensione di 10 m a

monte e 10 m a valle; inoltre, se esistesse il pericolo di contatti (ad es. per assestamento del terreno), si dovrà interporre una lastra di materiale dielettrico (ad es. tela bachelizzata, PVC, ecc.....) con spessore uguale a 1 cm, larghezza uguale a 2-3 volte il diametro del tubo maggiore e lunghezza a seconda della disposizione delle condotte.

b) per le condotte extraurbane:

- si dovrà operare nei parallelismi come sopra quando la distanza si riduca a meno di 75 cm; si dovrà operare negli incroci come sopra quando la distanza si riduca a meno di 75 cm.

Nel caso di tubi guaina, si dovranno isolare elettricamente le condotte dai tubi stessi (ad es. negli attraversamenti stradali e ferroviari) inserendo zeppe e tasselli di materiale elettricamente isolante, meccanicamente resistente ed imputrescibile rispettivamente alle estremità del tubo-guaina e nell'intercapedine fra condotta e tubo-guaina. Sarà opportuno impiegare tubi-guaina dotati di adeguato rivestimento esterno in tutti i casi in cui ciò sarà possibile.

Sui sostegni in calcestruzzo delle condotte aeree si dovrà interporre fra le condotte e le solette di appoggio lastre e guaine di materiale dielettrico (ad es. gomma telata, PVC, ecc....) sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata che in quelli in cui la condotta è ancorata ai sostegni.

Per gli appoggi costituiti da mensole e rulli metallici si dovranno isolare elettricamente le condotte mediante manicotti e lastre di materiale dielettrico, ad es. PVC.

I giunti isolanti, dovranno essere installati in manufatti edilizi ed in camerette accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione; se non sarà possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte e nel caso di giunti interrati, i giunti stessi dovranno essere opportunamente rivestiti per isolarli dall'ambiente esterno come indicato nel paragrafo 15.

L'esecuzione degli attacchi delle derivazioni e delle utenze sulla condotta principale dovrà essere realizzata mediante giunzione saldata od a vite e manicotto.

Protezione Catodica

Progettazione esecutiva della protezione catodica

Entro due mesi dalla consegna dei lavori, la ditta appaltatrice presenterà all'Amministrazione il progetto esecutivo delle protezioni attive e passive di tutte le condotte.

Il progetto comprenderà:

- la relazione sulle caratteristiche geoelettriche dei terreni attraversati;
- l'indicazione dettagliata del tipo di rivestimento esterno protettivo delle condotte da prevedere nei singoli tratti, della posizione dei giunti dielettrici e di ogni tipo di manufatto richiesto per l'isolamento delle condotte;
- le caratteristiche tecniche, dimensionali, d'esercizio, di posizionamento, ecc. degli impianti di protezione catodica e degli anodi sacrificali.

Entro due mesi dalla sua trasmissione sarà controllato dalla Direzione Lavori, che potrà segnalare l'opportunità di varianti od integrazioni. I controlli della D.L. e gli eventuali suggerimenti, anche se recepiti nel progetto, non ridurranno la responsabilità piena e globale della ditta in ordine alla perfetta rispondenza delle protezioni attive e passive.

In ogni caso, a seguito dei detti accertamenti tecnici e delle risultanze del progetto, la D.L. a suo insindacabile giudizio ha facoltà di ordinare alla ditta appaltatrice l'utilizzazione di tubazioni diverse dall'acciaio in tratti di particolare difficoltà per la piena funzionalità della protezione catodica o per la presenza di possibili interferenze con altri servizi sottosuolo in acciaio protetti o meno.

Successivamente alla posa in opera delle condotte, la ditta dovrà accertare lo stato elettrico delle condotte posate individuando le eventuali necessità di apportare varianti al precedente progetto della protezione catodica. In tale eventualità la ditta dovrà ripresentare il nuovo progetto onde ottenere la nuova approvazione della Direzione Lavori. Anche per quest'ultima approvazione vale quanto prima detto a proposito dell'unica e globale responsabilità dell'Impresa.

Dimensionamento

L'impianto di protezione catodica dovrà assicurare in ogni punto della struttura un potenziale elettrico, misurato rispetto all'elettrodo al Cu/CuSO₄, inferiore a -0,85 V nei terreni aerobici od a -0,95 V nei terreni anaerobici.

Salvo casi eccezionali il suddetto potenziale non potrà essere inferiore a -2,5V (rispetto all'elettrodo al Cu/CuSO₄).

Prima dell'installazione delle apparecchiature elettriche sarà misurato l'isolamento medio delle tubazioni da proteggere e, nel caso che il suo valore fosse inferiore a 5000 ohm x m², si effettuerà un'indagine elettrica per rilevare le cause e per studiare i possibili rimedi.

L'impianto dovrà essere dimensionato ed installato in modo da evidenziare le interferenze elettriche su altre strutture metalliche interrato nelle vicinanze, restando in ogni caso l'Impresa appaltatrice unica responsabile di ogni danno anche futuro indotto sulle dette strutture.

Osservanza delle norme

L'impianto sarà realizzato secondo le Norme CEI e la vigente legislazione antinfortunistica (D. Lgs. 81/08 e s.m.i.).

Alimentatori

Gli alimentatori saranno a corrente oppure, in presenza di accentuate zone anodiche, a tensione costante.

Gli alimentati saranno costituiti da:

- un interruttore automatico magnetotermico sull'entrata in corrente alternata;
- un cambiatensione per l'adattamento dell'alimentatore alla rete di distribuzione dell'energia elettrica monofase e trifase 230 ÷ 400 V;
- un reattore magnetico saturabile;
- un ponte di raddrizzatori al selenio;
- un commutatore per la regolazione della tensione continua in uscita;
- un commutatore per la regolazione della corrente erogata;
- strumenti di classe I.T. per la misura della tensione ai morsetti di uscita, della differenza di potenziale tubo/terra e della corrente erogata.

Gli alimentatori saranno dimensionati in modo che la loro potenza in uscita sia il 70% circa di quella nominale.

Gli alimentatori con corrente nominale di 15 A dovranno avere il gruppo trasformatore raddrizzatore-reattore magnetico saturabile in bagno d'olio, mentre quelli con corrente nominale minore od uguale a 15 A potranno avere il suddetto gruppo isolato in aria.

Dispersori anodici

I dispersori saranno dimensionati per una durata di 15 anni e potranno essere superficiali o profondi.

I dispersori superficiali saranno costituiti da anodi di grafite, di lega di ferrosilicio o di leghe similari interrati ad una profondità minima di 1,8 m. Intorno a ciascun anodo sarà realizzato un letto di posa con polverino di coke o con bentonite ventilata tipo A. Le connessioni dei

cavi appartenenti ai vari gruppi di anodi potranno essere eseguite con morsetti e dovranno essere successivamente protette con muffole adatte all'interramento.

La distanza fra i dispersori e le tubazioni sarà stabilita, in funzione del tracciato delle tubazioni, del loro isolamento, della loro conduttanza elettrica, della resistività elettrica dei terreni in modo da avere la distribuzione di corrente lungo le tubazioni più uniforme possibile; tale distanza non potrà comunque essere inferiore a 50 m.

I dispersori profondi saranno posti entro un foro trivellato del diametro di almeno 200 mm ed una profondità tale da avere una distanza dalle tubazioni di almeno 30 m. Gli anodi saranno fissati ad un'asta metallica in modo da formare un'unica catena e saranno distanziati di almeno 1,5 m l'uno dall'altro. I cavi collegati a ciascun anodo faranno capo ad una morsettiera, posta entro una cassetta metallica a tenuta stagno nel pozzetto di testata del dispersore verticale.

Il foro trivellato sarà riempito di bentonite tipo A super ventilata fino al ricoprimento dell'anodo più alto.

Posti di misura

Posti di misura saranno realizzati in corrispondenza degli alimentatori e dei dispersori anodici.

Il posto di misura dell'alimentatore sarà costituito da una morsettiera contenuta in una cassetta metallica a tenuta stagna, alla quale faranno capo i cavi provenienti dalle tubazioni (cavi di corrente e di misura), dal dispersore anodico e dagli elettrodi fissi di riferimento al Cu/CuSO₄.

Il posto di misura del dispersore sarà costituito da una morsettiera contenuta in una cassetta metallica a tenuta stagna, alla quale faranno capo i cavi di collegamento dell'alimentatore ed i cavi gruppi di anodi. La cassetta metallica avrà uno sportello con serratura e sarà sostenuta da un paletto di acciaio zincato Ø 1/2", fissato nel terreno con un basamento di calcestruzzo.

In casi particolari il collegamento dei cavi provenienti dall'alimentatore e dagli anodi potrà essere sistemato entro una muffola adatta per l'interramento.

La morsettiera avrà almeno 10 elementi, ognuno costituito da un morsetto con attacco a vite, con spina a parte di prova e di collegamento tra l'entrata e l'uscita di ogni morsetto e con ponticello di collegamento trasversale di rame da poter installare su ogni morsetto di uscita.

I morsetti saranno adatti per conduttori di sezione minima 25 mm² e tensione nominale 500 V ca..

Cabine

Gli alimentatori ed i relativi posti di misura saranno contenuti entro cabine metalliche con due mani di fondo antiruggine ed una di finitura con epossidica cotta in forno. Le cabine saranno provviste di finestre per l'aerazione naturale e gli sportelli saranno dotati di una serratura.

Le cabine saranno fissate con zanche ad un basamento di calcestruzzo ed avranno una messa a terra di sicurezza, realizzati secondo le norme CEI.

Cavi di collegamento

I cavi elettrici saranno costituiti da una corda flessibile di rame stagnato con rivestimento di gomma butilica sotto guaina di materiale termoplastico corrispondente al tipo G50R/4. I cavi di corrente avranno una sezione minima di 16 mm², con una densità massima di corrente ammessa di 0,5 A/mm², ed i cavi di misura una sezione minima di 2,5 mm².

Non saranno accettati cavi con rotture, tagli od altri danneggiamenti al rivestimento.

I cavi interrati saranno posati ad una profondità di almeno 1 m e non saranno tesi durante la messa in opera, ma avranno una lunghezza maggiore del 10% di quella dello scavo per evitare rotture nel caso di assestamento del terreno.

Negli attraversamenti di strade e di manufatti e nei collegamenti fra i posti di misura degli alimentatori e quelli dei dispersori i cavi saranno protetti da tubi guaina di PVC del tipo pesante.

Le connessioni dei cavi sui tubi saranno saldate ed isolate con vernice bituminosa ed uno strato di bitume applicato a caldo.

I cavi posti a vista saranno adeguatamente fissati alle pareti con idonee graffe in punti a distanza inferiore a 50 cm, senza però mai danneggiare l'isolamento dei cavi stessi.

Collegamenti equipotenziali

Questi collegamenti saranno posati a vista nei manufatti contenenti i pezzi speciali ed avranno un rivestimento come indicato al punto precedente e le seguenti sezioni minime:

- 25 mm² per i diametri fino a 350 mm
- 50 mm² per i diametri fino a 900 mm.

Giunti isolanti

I giunti isolanti saranno di tipo stagno ed avranno le estremità smussate per saldature di testa ed una pressione nominale di esercizio non inferiore a quella della tubazione su cui saranno inseriti.

Tutti i giunti isolanti saranno accompagnati dal certificato di collaudo di fabbrica.

Documentazione tecnica

Al termine dei lavori la protezione catodica delle tubazioni sarà redatta una relazione tecnica che comprenderà:

- la descrizione dei lavori eseguiti;
- una tabella con indicati i valori delle correnti erogate degli alimentatori, delle tensioni di morsetti di uscita e delle differenze di potenziale tubo/terra (Cu/CuSO₄) lungo le condotte;
- gli schemi elettrici degli impianti e gli schizzi planimetrici con le posizioni degli alimentatori, dei dispersori anodici e dei relativi posti di misura;
- le istruzioni per i controlli periodici dell'impianto di protezione catodica.

Art. 23 – Tubazioni in Gres Ceramico

Generalità

Le presenti norme si applicano ai tubi, pezzi speciali, fondi di fogna e mattonelle di gres ceramico, con giunti a bicchiere usati per le condutture dei liquami, scarico delle case, per il rivestimento di collettori di fognatura ed in generale per manufatti esposti ad azioni corrosive e deterioranti.

Dovranno essere collocati in opera tubi interi della massima lunghezza commerciale; l'impiego di raccordi con tubi di lunghezza ridotta dovrà essere evitato o limitato a quelli strettamente necessari. In ciascun pezzo il bicchiere dovrà essere formato in modo da permettere una buona giunzione nel suo interno e l'estremità opposta sarà lavorata esternamente a scannellature.

Materiali

I tubi ed i materiali dovranno essere completamente rivestiti da una copertura vetrificata, come indicata alla norma UNI 0561-66, perfettamente liscia ed intimamente legata con la pasta ceramica.

Tolleranze, Requisiti e Prove

I tubi e le mattonelle di gres ceramico per fognature dovranno corrispondere alle norme UNICERAB 003 edito dalla Associazione Nazionale degli Industriali di gres ceramico ed alle seguenti norme UNI: UNI 0561-66, UNI 561/1-66, UNI 0561/2-66, UNI 0561/3-66, UNI 0561/4-66, UNI 0561/5-66, UNI 0561/6-66 e UNI 0561/7-66.

Rivestimenti in Gres di Tubi e Condotte per Liquami

E' previsto l'uso di canali semicircolari, di fondi di fogna da 120° e 180° e di mattonelle di gres per la protezione di tubi o condotti in calcestruzzo e collettori di liquami aggressivi.

La posa in opera dei rivestimenti avverrà entro i cavi appositamente predisposti nella formazione del condotto.

I rivestimenti saranno allettati con malta di cemento a 500 kg R 325 per metro cubo; effettuata questa operazione si procederà alla stilatura dei giunti fra i singoli pezzi di gres mediante l'uso di appositi mastici antiacidi, insolubili a 20° in tutti i solventi organici ed inorganici.

L'uso di questi mastici dovrà in ogni caso essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori. Le mattonelle avranno dimensioni tali da seguire perfettamente le curve dei condotti.

Prove e Controlli

Le tubazioni in gres, sia intere sia a campioni ed i rivestimenti saranno sottoposti a prove di laboratorio presso un Istituto autorizzato dalla Direzione Lavori ed in presenza di un suo rappresentante. Si eseguiranno pure prove di tenuta ad opera finita e pronta negli scavi prima dei rinfianchi e del rinterro. Tali prove saranno eseguite secondo le modalità, i limiti e le tolleranze.

I pezzi destinati alle prove (circa il 5% della fornitura e per ogni tipo) saranno scelti nel lotto dalla Direzione Lavori tenendo presente che le frazioni di lotto dovranno essere considerate un lotto.

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

L'Impresa metterà a disposizione della Direzione Lavori la mano d'opera, il personale, l'attrezzatura di cantiere, i mezzi di trasporto e quanto necessario per la perfetta esecuzione delle prove secondo le norme e le richieste della Direzione Lavori. Tutti gli oneri derivanti da tali operazioni saranno a carico dell'Impresa.

Certificati di Prova e di Qualità

I certificati di prova e di qualità emessi da un Istituto Ufficiale saranno ammessi qualora l'Impresa o la Ditta produttrice sia in grado di dimostrare l'uniformità nel tempo della propria produzione. In ogni caso non saranno ammessi certificati risalenti ad oltre un biennio precedente la data della fornitura e subordinati alla dimostrazione che i tubi vennero prelevati e contrassegnati da un delegato dell'Istituto in cui sono state eseguite le prove.

Sottofondi e Rinfianchi

Le tubazioni in gres ceramico saranno poste in opera secondo le modalità di cui all'articolo 27 e saranno sempre poste su sottofondo e rinfianchate con calcestruzzo Classe C. Per le

tubazioni in calcestruzzo gettate in opera che verranno rivestite con fondi di fogna e mattonelle in gres ceramico, bisognerà lasciare nel getto la rientranza necessaria per il rivestimento. In ogni caso il getto ed il sistema di rivestimento in gres delle tubazioni dovranno essere previamente approvati dalla Direzione Lavori.

Giunti per Tubazioni in Gres Ceramico

I giunti saranno del tipo elastico ottenuti in fabbrica con un sistema di colatura di resina poliuretanica attorno alla punta ed all'interno del bicchiere del manufatto in gres in modo anche da compensare le eventuali ovalizzazioni e deformazioni del materiale ceramico. Il giunto unito dovrà essere a perfetta tenuta fino ad una pressione interna di 1,5 kg/cm². La resina poliuretanica dovrà essere elastica ed avere una durezza Shore A da 63 a 75 e la seguente resistenza meccanica:

- carico di rottura a trazione : 38 kg/cm²
 - allungamento a rottura: 100%
 - carico di rottura allo strappo: 14 kg/cm²
- il tutto conforme alle norme ASTM D 624-54.

La resina dovrà avere una aderenza al materiale ceramico non inferiore a 15 kg/cm².

Le caratteristiche più sopra riportate dovranno rimanere inalterate nel tempo per almeno 50 anni.

I giunti in resina poliuretanica dovranno essere protetti durante il trasporto con materia plastica espansa che verrà tolta durante la posa in opera. Il giunto va pulito perfettamente ed ingrassato, ed imboccata la punta nel bicchiere, si compone il giunto mediante sistemi a leva o/a tiranteria senza danneggiare il tubo od il giunto in resina.

Art. 24 – Tubazioni in PRFV

Materiali Componenti

Resina

Parete resistente del tubo

Resine poliestere del tipo isoftalico.

Le resine dovranno soddisfare i seguenti requisiti misurati su provini non rinforzati:

- Temperatura di distorsione termica (HDT) secondo ASTM D 648: minimo 90° C.
- Carico di rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 600 kg/cm².
- Allungamento a rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 2,5%.
- Modulo elastico a trazione secondo ASTM D 638: minimo 36.000 kg/cm².
- Carico di rottura a flessione secondo ASTM D 790: minimo 3900 kg/cm².
- Modulo elastico a flessione secondo D ASTM 790: minimo 30.000 kg/cm².
- Assorbimento d' acqua ASTM D 570: max 0,15%.
- Acidità secondo DIN 53402: massimo 30 mgKOH/g.
- Viscosità a 25° C: massimo 500 cps.

Superficie interna del tubo (" LINER ")

Resine poliestere isoftaliche di elevata resistenza all' idrolisi.

Dovranno soddisfare i seguenti requisiti misurati su provini non rinforzati.

- Allungamento a trazione: ASTM D 638 - minimo 4%.
- Resistenza a trazione: ASTM D 638 - minimo 400 kg/cm².
- Acidità: DIN 53402 - massimo 25 mgKOH/g.
- Viscosità a 25° C: secondo ASTM D 2393/80 - massimo 500 cps.

Rinforzi

Costituiti da fibre di vetro del tipo "E" ed in alcuni casi del tipo "C" e trattati con appretti idonei ad assicurare il perfetto legame tra matrice e rinforzo.

Devono essere usati per lo strato meccanico resistente solo sotto forma di fili (rovings) continui e soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- Resistenza a trazione: UNI 9033/13 - metodo B - minimo 14.000 kg/cm².
- Contenuto di umidità: ASTM D 2654-67 Proc. 1 - massimo 0,3%.
- Perdita alla combustione: ASTM D 578-61 massimo 1,5%.

Cariche e Inerti

Cariche

Le resine impiegate possono contenere cariche solamente per controllare la viscosità, la resistenza alla fiamma, ai raggi ultravioletti, purchè non dannose per le proprietà fisiche e chimiche a breve ed a lungo termine del composito.

Inerti

Non sono ammessi inerti di alcun genere per incrementare lo spessore e di conseguenza la rigidità.

Acceleranti, catalizzatori, induritori, inibitori.

Saranno usati prodotti atossici che portano alla completa polimerizzazione dei componenti dell' elemento strutturale, secondo le prescrizioni del fornitore della resina.

Caratteristiche costruttive dei tubi.

Le tubazioni saranno conformi alle norme UNI 9032-9033 e verificate secondo AWWA C950. Le pareti delle tubazioni saranno formate da più strati derivanti dalla deposizione successiva dei fili continui di roving ma dovranno costituire per il manufatto un unico elemento strutturale.

Strato interno (liner)

Questo strato deve avere uno spessore complessivo non inferiore a 1,2 mm, non presentare zone di delaminazione, di scarsità di resina o di rinforzo ed essere in grado di offrire la massima resistenza chimica nei confronti del liquido convogliato.

Il contenuto in peso del rinforzo, nel complessivo dello strato, sarà mediamente del 25-30%.

Lo strato interno è costituito da:

a) Strato interno ricco di resina

Questo strato, quando polimerizzato, deve essere privo di difetti, come screpolature ed incrinature e non deve presentare cavità o bolle d' aria. Potrà essere rinforzato con mat di superficie (fibre di vetro "C"), spessore minimo 0,3 mm e contenuto percentuale in peso di resina non inferiore all'85%.

b) Strato intermedio

Sullo strato precedente si realizzerà un altro strato, di peso non superiore a 450 g/m².

Lo spessore totale di questo strato non deve essere inferiore a 1,0 mm e il suo contenuto in peso di rinforzo deve essere non inferiore al 25% e non superiore al 35%.

Strato meccanico resistente

Questo strato deve essere costituito da fili continui (rovings) impregnati di resina, avvolti secondo un angolo predeterminato tale da garantire caratteristiche meccaniche circonferenziali e assiali conformi a quanto di seguito specificato.

Questo strato, quando polimerizzato, deve essere privo di difetti evidenti di lavorazione.

Il contenuto minimo in massa del rinforzo di vetro non deve essere inferiore al 68%.

Strato protettivo esterno

Questo strato dello spessore minimo di 0,2 mm, deve essere ricco di resina (contenuto minimo in peso 80%) e privo di fibre affioranti.

Requisiti tecnici

Per tutte le caratteristiche dimensionali (diametri, spessori, lunghezza) e rispettive tolleranze vale quanto stabilito nelle norme UNI 9032 tipo A1 (tubi avvolti su mandrino).

Per quello che riguarda le modalità di calcolo i tubi saranno verificati secondo le prescrizioni dello standard AWWA (American Water Works Association) C 950.

Si dovrà ipotizzare una pressione assoluta di 0,3 kg/cm².

Classi di pressione

Riguardo alla normalizzazione internazionale preferibilmente, ma non necessariamente, sono usate le pressioni nominali seguenti (bar): 4 - 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 24.

La pressione nominale del tubo dovrà essere minore di 1/4 della pressione di fessurazione P_f e/o di rottura P_r intendendo con:

pressione di fessurazione P_f la pressione che provoca lesioni alla parete interna del tubo, anche senza fuoriuscita dell'acqua;
pressione di rottura P_r la pressione alla quale si hanno notevoli danni (come delaminazioni, rottura di fibre di vetro nello strato meccanico resistente) che interessano la struttura del tubo.

P_r e P_f possono coincidere.

Resistenza meccanica trasversale - Classi di rigidità

Per resistenza trasversale si intende l'attitudine del tubo a resistere alle azioni che si esercitano in direzione normale al suo asse nel piano delle sezioni trasversali.

Essa va considerata in funzione delle condizioni di installazione e delle condizioni di esercizio. Per i tubi con costolature di rinforzo si definisce una rigidità meccanica media trasversale così come riportato in UNI 9032 punto 4.5.2.

Per i tubi di classe A, la resistenza meccanica trasversale è caratterizzata dall'indice di rigidità trasversale definito dalla formula:

$$RG = \frac{EI}{D^3} (N / m^2)$$

nella quale:

E = modulo elastico del materiale in direzione circonferenziale espresso in N/m².

I = momento di inerzia trasversale della striscia unitaria della parete del tubo rispetto all'asse neutro della parete (m⁴/m).

D = diametro nominale del tubo in metri.

I tubi pertanto saranno classificati in base al valore di RG nei riguardi della deformazione trasversale, secondo la seguente tabella.

Classi di rigidità

CLASSE	INDICE DI RIGIDITA' [N/m ²]
1250	da 1250 fino a 2500
2500	oltre 2500 fino a 5000
5000	oltre 5000 fino a 10000
10000	oltre 10000

Proprietà meccaniche

Dovranno essere soddisfatte caratteristiche meccaniche elencate in seguito.

Ovalizzazione (deflessione)

Essa è misurata come rapporto tra l'abbassamento della generatrice superiore e il diametro medio del tubo non inflesso.

L'ovalizzazione che provoca la fessurazione del liner interno o la rottura dello strato meccanico resistente dipende, tra l'altro, dalla rigidità della tubazione diminuendo all'aumentare di questa.

I tubi in P.R.F.V., dovranno sopportare la deflessione del 20% senza che si sia manifestata alcuna lesione dello strato strutturale e/o rottura del liner (distacco delle costolature per la classe E).

Se viene notata una lesione prima della deflessione del 20% dovrà essere ridotto il limite di deflessione del 5% a lungo termine per le installazioni interrate, considerando un fattore di sicurezza minimo di 4.

Resistenza longitudinale

Per resistenza longitudinale si intende l'attitudine del tubo a resistere alle condizioni che danno luogo a sollecitazioni di trazione, compressione, flessione e taglio secondo l'asse del tubo.

La resistenza media a trazione del solo strato meccanico resistente, nella direzione longitudinale, dovrà essere tale da resistere ad una pressione interna pari a 2 PN considerato il tronco del tubo a se e chiuso alle estremità.

Resistenza a temperature diverse

La variazione della pressione di esercizio e delle altre caratteristiche del tubo in funzione della temperatura devono essere indicate dal produttore.

Resistenza all'urto

La resistenza all'urto viene verificata per tener conto delle sollecitazioni di urto a cui qualsiasi tubo può essere soggetto sia durante la posa in opera sia durante l'esercizio.

Essa dovrà essere indicata dal produttore.

Resistenza al taglio

La resistenza al taglio è l'attitudine del tubo a resistere a forze di taglio agenti in direzione normale al suo asse.

Tale resistenza deve essere verificata nel caso che le tubazioni siano da posarsi su selle.

Il valore delle sollecitazioni ammissibili deve essere 1/3 della sollecitazione di taglio che provoca danni di qualsiasi tipo sulla parete del tubo.

Verifica al collasso della sezione trasversale

I tubi devono essere dimensionati in modo che vi sia un coefficiente di sicurezza di almeno 2,5 al collasso della sezione trasversale per instabilità elastica determinata secondo le norme AWWA C 950. Quand'anche le condizioni di servizio non prevedono il funzionamento in depressione e si tratti di tubazione lunga, comprendente apparecchiature automatiche di rientrata d'aria, la suddetta verifica al collasso, ipotizzando che l'interno del tubo si trovi a pressione assoluta di 0,3 bar, è comunque prescritta.

Elementi di zavorra

Per le tubazioni per le quali si prevede il varo nello scavo dove è possibile la presenza di acque, devono essere calcolati dall'Azienda produttrice e realizzati dall' Impresa, opportuni blocchi di zavorra da applicare alle tubazioni prima della posa onde evitare il galleggiamento durante le fasi della stessa.

Giunti

Giunti

La giunzione dei tubi deve essere del tipo Maschio-Femmina con 2 O-ring.

Gli O-ring saranno in profilato estruso in gomma piena vulcanizzata a sezione torica se la tubazione è destinata ad uso fognario, a sezione torica, ma ottenuti per stampaggio se la tubazione è a pressione.

Gli elementi Maschio e Femmina devono essere realizzati congiuntamente al tubo costituendo un elemento monolitico con lo stesso e le sedi degli O-ring dovranno essere realizzate sull'elemento Maschio mediante lavorazione meccanica.

La verifica della tenuta del giunto sarà effettuata in cantiere, giunto per giunto, a mezzo pressurizzazione del volume compreso fra i due O-ring, resa possibile dall'applicazione di opportuno nipplo sull'elemento femmina.

Onde assicurare l'inalterabilità della giunzione è prevista l'adozione di elemento antisfilante.

I giunti dovranno essere in grado di mantenere inalterate le doti di tenuta con un'angolazione, tra gli assi dei tubi adiacenti, dei valori minimi appresso indicati sia che tale angolazione sia disposta in fase di montaggio, sia che venga provocata da forze esterne:

- 2° per tubi con $DN \leq 500$ mm
- 4° per tubi con $500 \text{ mm} < DN \leq 800$ mm

Il giunto a bicchiere è di natura flessibile e deve assicurare una resistenza almeno pari a quella degli elementi collegati.

Può essere impiegato sopra, sottoterra e sott'acqua a pressione e non, nonché in depressione.

Lunghezza ed elementi di tenuta del giunto a bicchiere sono calcolati di volta in volta in funzione delle caratteristiche previste per la condotta ed in modo da soddisfare i requisiti esposti precedentemente.

Flangia

Tale tipo di giunzione è adoperata unicamente per gli accoppiamenti con le apparecchiature di linea (esclusi sfiati e scarichi) e/o con pezzi speciali.

Tale assemblaggio si ottiene fissando le due estremità flangiate mediante bulloni o tiranti con rondelle e con guarnizione.

Il giunto a flangia è di natura rigida e deve assicurare una resistenza almeno pari a quella degli elementi collegati.

Esso può essere usato sopra e sottoterra, sott'acqua, a pressione e non nonché in depressione.

I tipi di flange possono essere liberi o fissi.

Le dimensioni delle flange sono quelle previste nelle norme UNI, salvo diversa prescrizione di progetto.

Potranno essere usati per la costruzione delle flange i materiali previsti per i pezzi speciali.

Sono comunque da escludere riempimenti quali feltri, spugne o altri riempitivi.

Testa a testa

Questo tipo di giunzione, che verrà utilizzata solo per l'inserimento di tronchetti nella tubazione, per le diverse necessità che possono nascere nel corso della posa, potrà essere effettuata con fasciature in resina, mat 450 e stuoia 500 da eseguire in cantiere e sigillatura

con mastice poliestere e/o epossidico. In ogni caso il fornitore dovrà fornire all'impresa che effettuerà il montaggio, la specifica per la corretta esecuzione della giunzione.

Designazione

La designazione dei tubi in P.R.F.V. deve comprendere:

- denominazione e indicazioni necessarie per definire il tubo: T (tubo) ecc....;
- l'indicazione della natura del materiale impiegato, classificato in base al tipo di resina impiegata, del materiale di rinforzo dello strato meccanico resistente e del relativo metodo di costruzione (avvolgimento) secondo quanto prescritto dalla UNI 9032;
- diametro nominale DN;
- categoria di appartenenza in funzione del fluido da condottare;
- pressione nominale PN;
- classe corrispondente all'indice di rigidità trasversale;
- data di produzione;
- marchio di fabbrica.

Prove di controllo ed accettazione

Agli effetti dell'esecuzione delle prove la fornitura verrà suddivisa in lotti di 100 pezzi ciascuno con l'avvertenza che spezzoni di fornitura in numero maggiore di 60 costituiscono lotto.

L'appartenenza di un tubo ad un determinato lotto deve essere indiscussa e dovrà essere visualizzata in modo indelebile sulla parete del tubo. Il singolo lotto viene accettato se il numero dei provini previsti per la sua verifica supera la prova. Se la prova non viene superata anche da uno solo dei provini essa verrà ripetuta su un numero di provini doppio di quello previsto.

Se tutti i provini superano la prova il lotto viene definitivamente accettato altrimenti il lotto stesso verrà rifiutato; in particolare si precisa che:

a) i tubi che risultassero fabbricati con materie prime non rispondenti ai requisiti richiesti saranno rifiutati indipendentemente dall'esito delle prove.

b) i tubi mancanti delle marcature prescritte non saranno accettati.

Le prove, da effettuare a temperatura ambiente su provini costituiti secondo i casi da tubi della lunghezza originale o da spezzoni di tubo, si possono dividere nei due tipi riportati nel seguito.

Prove distruttive

Tali prove sono quelle deputate alla qualificazione ed alla verifica di calcolo; vanno quindi eseguite all'inizio della fornitura su tubi di diametro e caratteristiche uguali a quelli della tubazione in collaudo, a meno della prova di fessurazione e di tenuta del giunto che saranno eseguite su tubi anche di diametro differente ma di caratteristiche tali da permettere una agevole e sicura estrapolazione ai diametri effettivi.

Tali prove saranno ripetute su un provino per lotto nel corso della fornitura.

Le prove distruttive comprendono:

- 1) prova di fessurazione e/o rottura per pressione interna;
- 2) prova di schiacciamento tra piatti paralleli;
- 3) percentuale di vetro e resina nel manufatto;
- 4) prova di tenuta sul giunto.

Prova di fessurazione e/o rottura per pressione interna

Verrà eseguita secondo UNI 9033 parte 7^a a meno della termostatazione. Il campione dovrà essere portato ad una pressione pari a 4 x PN e tenuto per 30 minuti a tale pressione senza che si manifestino perdite.

Dopo di ciò il campione sarà smontato per verificare visibilmente che non si sia avuta fessurazione nel "liner" interno.

In alternativa le caratteristiche meccaniche si determineranno mediante trazione su provette circonferenziali ricavate dalla parete del tubo oltre DN 800.

Prova di schiacciamento fra piatti paralleli.

Verrà eseguita secondo UNI 9033 parte 8^a e UNI 9032 a meno della termostatazione. Dalla prova si ricaverà l'indice di rigidità trasversale e la deflessione a cui avviene la lesione (rottura).

L'indice di rigidità trasversale RG verrà determinato sottoponendo il campione al 5% di deflessione:

$$RG = \frac{EI}{D^3} = 18,6 \times 10^{-3} \frac{F}{\Delta y}$$

ove

F = carico esterno sulla generatrice di un tronco di tubo (kg/cm)

Δy = deflessione trasversale in cm corrispondente al 5% (cm)

y = larghezza provino come da UNI 9032-9033 (in cm).

Percentuale di vetro e resina nel manufatto

Verrà eseguita su campioni tratti dai provini delle prove precedenti 5.1.1. e 5.1.2. secondo ASTM D 2584.

La prova dovrà essere effettuata distintamente fra i vari strati componenti la parte del tubo.

La prova eseguita secondo la norma ASTM citata fornisce:

- la percentuale in peso di resina e di vetro.

Prova di tenuta su giunto

Verrà eseguita secondo ASTM D 1599 a meno della termostatazione su un campione comprendente nella sua zona centrale un giunto, montato secondo le normali istruzioni di posa.

Il campione dovrà essere portato ad una pressione pari a 2 x PN e tenuto per 30 minuti a tale pressione senza che si manifestino perdite nel giunto.

Prove non distruttive

- 1) Controllo materie prime per tutti i tubi;
- 2) esame visivo per tutti i tubi;
- 3) controllo dimensionale su due tubi per lotto;
- 4) controllo della polimerizzazione su due tubi per lotto;
- 5) tenuta idraulica su due tubi per lotto.

Controllo delle materie prime

Resine

Nello stabilimento di fabbricazione dei tubi dovrà provvedersi, con apposite prove sistematiche, al controllo delle seguenti caratteristiche di ogni partita di resina approvvigionata:

- viscosità secondo ASTM D 2393;
- curva esotermica ASTM 2471;
- durezza Barcol ASTM D 2583;
- percentuale di stirola residuo secondo UNI 9179;
- tempo di gelo.

I valori ottenuti dovranno rientrare nelle tolleranze previste nelle schede di collaudo che il fornitore della resina dovrà inviare per ogni singolo approvvigionamento al produttore di tubi.

In tali schede dovrà essere inoltre chiaramente indicato il tipo di resina, il nome commerciale e la quantità in kg fornita, cui si riferisce la scheda di collaudo stesso, nonché il diagramma delle analisi gascromatografiche, dal quale sarà possibile rilevare che la resina fornita corrisponda al tipo prescelto.

Il produttore dei tubi dovrà inoltre fornire:

1. Certificato secondo UNI EN ISO 9002 del produttore di resina proprio fornitore.
2. Dichiarazione del produttore di resina dalla quale si evince che il medesimo è abituale fornitore del produttore di tubi.

Esame visivo

Mirerà ad accertare che il "liner" interno abbia superficie liscia ed uniforme, e sia esente da fibre di vetro scoperte, cricche, inclusioni di corpi estranei, bolle d'aria e crateri e la rispondenza a quanto previsto al punto 1.5.

Controllo dimensionale

Verrà eseguito su due tubi per ogni lotto.

Si controllerà la rispondenza diametro interno e/o esterno e dello spessore, dichiarato dal costruttore.

Tolleranze sul diametro:

per $DN \leq 500$ tolleranza $\pm 1,5\%$

per $600 \leq DN \leq 1000$ tolleranza $\pm 4\%$

per $1200 \leq DN \leq 2000$ tolleranza $\pm 5\%$

per $2200 \leq DN \leq 3000$ tolleranza $\pm 7\%$

Tolleranze sullo spessore: -5% del dichiarato.

Controllo della polimerizzazione

Verrà effettuato mediante gascromatografia.

La prova sarà eseguita secondo la norma UNI 9179.

Tenuta idraulica

La prova sarà eseguita a temperatura ambiente ed a pressione pari a $1,5 \times PN$ come prescritto dalle UNI 9033 parte 5ª.

La procedura sarà la seguente:

- si monta il tubo sull'attrezzatura di prova e si riempie d'acqua curando di espellere l'aria;
- si porta il tubo alla pressione di prova con velocità di salita della pressione non maggiore di 1 bar/s;
- si chiude la mandata della pompa e si attende per 3 minuti.
- si scarica la pressione.

La pressione dovrà essere letta su uno strumento avente fondo scala non maggiore di 2 volte la pressione di prova, precisione non minore del 2% del fondo scala e suddivisione tale da poter apprezzare la lettura dei valori di pressione pari ad almeno 1/30 del fondo scala.

La prova è considerata valida e superata quando non si siano verificate lesioni o perdite di liquidi da qualsiasi parte, visibili ad occhio nudo, e quando la pressione misurata alla fine dei 3 minuti, e cioè a mandata della pompa chiusa, sia uguale a quella iniziale con tolleranza del 5%.

Diametri

Per diametro si intende la misura del diametro interno che sarà ricavata come media di n°4 misure di diametro effettuate a 45 gradi circa tra di loro, con tubo posato su un piano orizzontale e in posizione fissa durante l'esecuzione dei rilievi. Essendo d₁, d₂, d₃, d₄ i valori rilevati, la misura del diametro è data da:

$$D = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4}$$

Lo strumento usato per i rilievi dovrà avere precisione pari ad almeno 1/4 della tolleranza prescritta.

Spessori

La misura dello spessore di un tubo o di parte di esso è la minima di n°12 misure eseguite in n°12 punti diversi scelti a giudizio del collaudatore, fuori delle zone a spessore ridotto per esigenze di montaggio e di necessità.

Gli spessori saranno misurati con qualsiasi strumento capace delle seguenti precisioni:

- per spessori fino a 10 mm inclusi: +/- 0,2 mm;
- per spessori di 10 mm e oltre: +/- 0,3 mm.

Oneri di collaudo

Le prove e i controlli in stabilimento, volti ad accertare i requisiti richiesti nel presente disciplinare, dovranno essere effettuati da funzionari collaudatori nominati all'uopo dalla Direzione dei Lavori, i quali pertanto dovranno presenziare in stabilimento all'effettuazione delle prove.

Tutti gli oneri di viaggio, di vitto e di alloggio del personale sopra menzionato saranno a cura e spese dell'Impresa esecutrice.

Controlli

L'impresa prima dell'approvvigionamento delle tubazioni, ha comunque l'obbligo di sottoporre alla preventiva approvazione della D.L. le caratteristiche tecniche e qualitative delle tubazioni che intende impiegare al fine di accertare la rispondenza delle stesse a quanto previsto nel presente capitolato e nell'apposita voce di elenco prezzi.

Dopo tale approvazione si procederà secondo quanto previsto al paragrafo "prove di controllo ed accettazione".

Le prove di tipo per la prequalificazione dell'Azienda fornitrice delle tubazioni prevedono la presentazione da parte della stessa dei Certificati, rilasciati da laboratorio nazionale ed autorizzato dal Ministero dei LL.PP. relativi a Prove a Lungo Termine (10.000 ore) riguardanti:

- a) determinazione della *pressione di fessurazione a lungo termine* secondo UNI 9033 parte 12^a (solo per tubazioni in pressione);
- b) determinazione della *resistenza chimica di un tubo sottoposto a deformazione* (straincorrosion) - secondo Progetto 337-1984 parte 18^a - ASTM 3681;

c) determinazione della *rigidità trasversale a lungo termine* secondo UNI 9033 parte 14^a.

L'Azienda fornitrice dovrà presentare:

- 1) Certificato relativo alla determinazione della resistenza all'abrasione dello strato interno (UNI 9033 parte 11^a) effettuato da Laboratorio Nazionale riconosciuto.
- 2) Certificato rilasciato da Laboratorio autorizzato dal Ministero dei LL.PP. per quanto concerne la cessione di stirola in acqua, in rispetto della C.M. 102 e comunque non superiore a 0.01 ppm.
- 3) Certificato relativo alla reattività residua con valore della stessa non superiore all'1%.

L'Azienda dovrà avere, presso lo Stabilimento di Produzione, un laboratorio con attrezzature tali da permettere di eseguire le prove menzionate ad esclusione di quelle inerenti le determinazioni delle caratteristiche a lungo termine la cui certificazione dovrà essere ad opera di Laboratorio italiano riconosciuto dal Ministero dei LL.PP..

Dovrà inoltre fornire alla D.L. il progetto della tubazione nonché "Verifiche di Progetto" condotte secondo ANSI-AWWA C950 tendenti, per le prestazioni stabilite, ad individuare le condizioni limite di impiego della tubazione nel sistema tubo-terreno.

L'Azienda produttrice dovrà inoltre possedere certificazione di qualità secondo UNI EN ISO 9001.

Pezzi speciali

I pezzi speciali (curve, diramazioni, raccordi) potranno essere realizzati con roving, mat, stuoie, impregnati di vetro.

La configurazione geometrica dei pezzi speciali corrisponderà per gli spessori ai calcoli di dimensionamento, per i diametri di estremità a quelli dei tubi di corrispondente diametro nominale e per le altre dimensioni alle tabelle Dalmine per i pezzi speciali in acciaio nel tipo a largo raggio (curve) e raccordi lunghi (diramazioni).

In particolare per quanto concerne la formazione delle curve per deviazioni inferiori a 16° sono ammesse saldature oblique.

Per deviazioni superiori a detto limite le curve devono essere realizzate preferibilmente a raggio continuo oppure a spicchi con deviazioni intermedie non superiori a 15°.

Modalità di posa in opera delle tubazioni interrate in PRFV

Costruzione della trincea

Fondo della trincea

La superficie del terreno in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, liscia e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero provocare sollecitazioni anormali per la tubazione e precisamente costituita da un letto di sabbia con altezza non inferiore ai 150 mm.

Sottoscavo

In corrispondenza di terreni cedevoli, organici o con variazione di consistenza in funzione della umidità presente, la D.L. prescriverà un ulteriore scavo ed una zona di sostegno.

Qualsiasi situazione analoga sarà valutata caso per caso nel corso delle opere di scavo, in modo da determinare l'estensione ed il sottoscavo ed il tipo di materiale da utilizzare come sostegno, che sarà compattato secondo quanto previsto in precedenza.

Nicchie sottostanti i giunti

Dovranno essere eseguite al di sotto delle giunzioni delle nicchie per permettere l'appropriato metodo di assemblaggio dei giunti e prevenire carichi sugli stessi da parte dei tubi.

Una volta eseguita la connessione, le nicchie saranno accuratamente riempite con materiale di riempimento in modo da garantire un appoggio continuo all'intera lunghezza della tubazione.

Larghezza della trincea

Sarà quella risultante dalla quota di posa del tubo, che si evince dai disegni di progetto, aumentata dello spessore del letto di posa prescritto nel Capitolato speciale d'appalto.

Procedura di messa in opera

Ultimato lo scavo si procederà alla sistemazione del fondo scavo mediante la formazione del letto di posa come precedentemente enunciato:

- da 0 a 25 passante vaglio ASTM 200 (o analogo)
- da 5 a 100 passante vaglio ASTM 40 (o analogo)
- da 10 a 100 passante vaglio ASTM 10 (o analogo)
- da 20 a 100 passante vaglio ASTM 4 (o analogo)
- da 30 a 100 passante vaglio ASTM 3,5 (o analogo)
- 100 passante vaglio ASTM 3/4" (o analogo)

Dovrà essere posta una certa attenzione nella manipolazione dei tubi in modo da prevenire eventuali danni.

Ciascun tubo sarà accuratamente ispezionato prima della posa in opera.

Si dovranno proteggere gli elementi della giunzione in modo da evitare inclusioni di terriccio all'interno della tubazione così come aderenze dello stesso ai succitati elementi.

Il perfetto allineamento delle tubazioni e conditio sine qua non per il corretto assemblaggio delle stesse.

Il suddetto assemblaggio deve essere eseguito con opportuni mezzi tali da permettere un inserimento bilanciato e progressivo (tipo tir-fort).

Particolare cura dovrà essere posta nel montaggio degli O-ring di tenuta in modo da evitare torsioni degli stessi; per la lubrificazione dei giunti si preferirà adoperare olio siliconico o di vaselina con assoluto divieto di grassi o sostanze acide che potrebbero compromettere nel tempo l'integrità della miscela degli stessi.

Si stabiliscono, per qualsiasi profondità di interramento, le seguenti modalità di posa:

1. Rinfianco primario, costituito da misto di pietrame di fiume con dimensioni medie di 15-30 mm, accuratamente compattato a strati di 200 mm., fino all'altezza corrispondente al 70% del DN della tubazione (Costipamento < 85% Proctar Standard).
2. Materiale come sopra fino a 150 mm al di sopra della generatrice inferiore della tubazione, senza compattazione.
3. Riempimento con materiale di scavo fino al piano di campagna salvo diversa disposizione della D.L..

Procedura di reinterro

Il reinterro della trincea avverrà in due fasi distinte.

Posata una prima tratta di condotta si procederà, per lasciare i giunti scoperti, alla ricopertura della parte centrale dei singoli elementi di tubazioni (incavallottamento) portata fino al piano di campagna.

Il reinterro totale verrà eseguito solo dopo le previste prove in opera delle condotte; molta attenzione dovrà essere posta nel compattare il materiale lungo i fianchi della tubazione ed in ogni caso il valore della compattazione dovrà assicurare una deflessione (diminuzione del diametro verticale) del tubo posato non maggiore del 5%.

Norme di compattazione

Dovranno essere utilizzati sistemi di compattazione in modo da ottenere la densità richiesta. Se sono adoperati vibrator a superficie il riempimento sarà realizzato per strati di 10-30 cm. Minore sarà lo spessore dello strato quanto più il terreno sarà composto di particelle fini.

Controllo della compattazione

Per assicurare rispondenza con le prescrizioni del progetto, la D.L. eseguirà periodicamente misurazioni dell'ovalizzazione della tubazione installata.

Se questa ovalizzazione risultasse maggiore del 5% del diametro verticale, misurata in loco la densità del materiale costituente la zona primaria di riempimento, ove possibile sarà incrementata la compattazione, in caso contrario si sostituirà il materiale di riempimento.

Protezioni

Durante la fase di reinterro dovrà essere posta molta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, da colpi diretti o provenienti dal macchinario utilizzato per la compattazione o da tutte le possibili cause di pericolo potenziale.

Le operazioni di compattazione dovranno essere eseguite in modo tale che i relativi macchinari non siano adoperati direttamente al di sopra delle tubazioni almeno finché non ci sia un sufficiente riempimento, tale da assicurare una adeguata protezione contro i possibili effetti dannosi che questi macchinari potrebbero esercitare sui tubi.

Prova di pressione in opera e reinterro definitivo

Prova di pressione in opera

Ultimata la posa, l'incavallottamento del tratto di condotta da provare e la costruzione degli eventuali blocchi di ancoraggio, si procederà alla prova in opera.

Per la prova di pressione in opera della tubazione verrà applicato un manometro registratore idoneo alla lettura della mezza atm (0,5 bar).

La pressione verrà applicata gradualmente fino al raggiungimento della pressione di esercizio P_e e mantenuta per 24 ore.

Il valore della pressione verrà poi incrementato sempre gradualmente fino al valore della pressione in opera ($P_p = 1,33 P_e$) e mantenuto a tale valore per ulteriori 24 ore.

Durante tali periodi verranno effettuate, ad intervalli regolari non superiori a 3 ore, le letture del manometro e le ispezioni dei giunti.

La prova sarà ritenuta positiva se al termine di ciascun periodo il valore della pressione sarà mantenuta senza necessità di ulteriore pompaggio, al valore della pressione iniziale salvo soltanto le oscillazioni dovute a variazioni termiche.

Reinterro definitivo

Ultimate, con esito positivo, le prove in opera, si procederà con la massima rapidità al reinterro definitivo della condotta ed alla seconda prova idraulica a pressione pari a quella di esercizio.

Art. 25 – Tubazioni in PEad

Caratteristiche e Prove

Le caratteristiche e le prove cui dovranno uniformarsi le forniture delle tubazioni in PEAD saranno quelle previste nelle norme UNI 7611 - 7613 ÷ 7615 e DIN 8075 integrate dalle seguenti ulteriori prescrizioni per il dimensionamento ed il controllo delle forniture stesse.

Osservanza del capitolato generale, delle leggi e norme vigenti

La fornitura è soggetta alla esatta osservanza di tutte le leggi, norme e regolamenti vigenti alla data del contratto, anche se non espressamente richiamati nel presente disciplinare.

Materiale base

Il materiale base per la fornitura di tubazioni in polietilene alta densità deve essere uno specifico granulato per tubi, di adeguate caratteristiche.

Di tale granulato dovrà essere indicato il nome commerciale del prodotto, il nome del fornitore e le caratteristiche dello stesso.

E' essenziale la rispondenza del materiale base ai valori esposti alla norma DIN 8075.

Non potranno essere utilizzati granulati di composizione non controllata.

Nella Tabella I sono riportati i valori di alcune caratteristiche del polietilene ad alta densità, con i relativi metodi di prova. Tali valori, che si riferiscono a granulati di prima qualità, dovranno essere garantiti dal fornitore e potranno essere verificati dalla Amministrazione.

Sul certificato di stabilimento dovrà essere indicato il valore sia dell'indice di viscosità (meltindex) sia della perdita di umidità nell'essiccamento indicati in %.

Il valore della perdita di umidità sul materiale base dovrà essere inferiore a 0,1% in peso.

TABELLA I
CARATTERISTICHE DEL P.E.A.D.

PROPRIETA'	UNITA' DI MISURA	METODO DI PROVA	PROVINO	VALORI MEDI DA A
Densità	g/cm ³	DIN 53479	Piastra press.	0,954÷0,955
Melt-Index mfi 190/5 (ind. viscos.)	g/10 min	DIN 53735 E	Granulato	0,25÷0,5
Tensione di snervamento	kgf/cm ²	ISO/R 527 E veloc. di prova 125 mm/min	Prov. proporz. 1/4 da piastra	240
Allungamento allo snervamento	%	c.s.	c.s.	16
Modulo di elasticità a flessione	kgf/cm ²	Prova di elast. a flessione 1° con σ 30 kp/cm ²	120x120x6 mm	9.000
DUREZZA SHORE D		DIN 53505	Piastra da 4mm	63 mm
Campo di fusione dei cristalli	°C	Microscopio polarizzatore	Sez. tagliata microtomo-20 m	127÷131
Coeff. di dilatazione longitudinale tra 20° e 90° C	°C ⁻¹	DIN 52328 o ASTM D 696	Provino 50 x 4 x 4 mm	2,10 -4
Conducibilità termica a 20°C	kcal/m/h/°C	DIN 52612	Piastra 6 mm	0,30÷0,37
Resistività superf.	Ohm	DIN 53482	Piastra 1 mm	10 ¹²

Tubazioni

Metodo di fabbricazione

Le tubazioni dovranno essere realizzate per estrusione con adatte macchine. Tali macchine dovranno essere controllate con opportuni metodi o strumenti in modo da garantire la uniformità delle caratteristiche del materiale estruso.

Dimensioni

Le dimensioni dovranno essere rispondenti alla Tabella II qui di seguito riportata.

I tubi dovranno essere marcati secondo quanto indicato nelle suddette norme e forniti in barre di lunghezza non inferiore a 12 m. Le testate dovranno essere tagliate ortogonalmente all'asse del tubo e non dovranno presentare smussi.

I tubi dovranno essere rettilinei ed avere una sezione circolare, dovranno essere inoltre esenti da soffiature, cavità di ritiro e difetti di omogeneità.

La colorazione della massa dei tubi dovrà essere uniforme. I tubi dovranno infine non presentare intaccature o rigature di profondità maggiore del 50% della tolleranza sullo spessore, prevista dalle norme.

TABELLA II
TUBAZIONI IN P.E.A.D. - DIMENSIONI

DIAMETRO ESTERNO D mm	SPESSORI (mm)					
	PN 2,5	PN 3,2	PN 4	PN 6	PN 10	PN 16
50	-	-	2,0	2,9	4,6	6,9
75	-	-	2,9	4,3	6,9	10,4
110	-	3,5	4,3	6,3	10,0	15,2
125	-	3,9	4,9	7,1	11,4	-
160	-	5,0	6,2	9,1	14,6	-
200	4,9	6,2	7,7	11,4	18,2	-
250	6,1	7,8	9,7	14,2	22,8	-
315	7,7	9,8	12,2	17,9	28,7	-
355	8,7	11,0	13,7	20,1	32,3	-
400	9,8	12,4	15,4	22,7	36,4	-
450	11,0	14,0	17,4	25,5	-	-
500	12,2	15,5	19,3	28,3	-	-
560	13,7	17,4	21,6	31,7	-	-
630	15,4	19,6	24,3	35,7	-	-
710	17,4	22,0	27,4	-	-	-
800	19,6	24,9	30,8	-	-	-
900	22,0	28,0	34,7	-	-	-
1000	24,4	31,0	38,5	-	-	-
1100	26,8	34,1	-	-	-	-
1200	29,3	37,2	-	-	-	-

Caratteristiche di impiego e loro posa in opera

Le tubazioni di polietilene ad alta densità, oggetto della fornitura, saranno impiegate per la costruzione di condotte per il trasporto di acque reflue con funzionamento in pressione e a pelo libero.

Nella Tabella III, qui di seguito riportata, sono indicate le condizioni previste per l'esercizio e la posa delle condotte.

TABELLA III
CONDIZIONI DI ESERCIZIO DELLE CONDOTTE

1)	Tipo di trasporto dei fluidi: a pelo libero o in pressione		
2)	Durata tecnico - economica delle tubazioni: 50 anni per fluidi con temperatura 20°C		
3)	Massima deformazione ammissibile per il diametro verticale, al termine del periodo di durata delle condotte 5%.		
4)	Temperatura massima permanente dei liquidi trasportabili: D ≥ 250 mm T = 35°C D < 250 mm T = 25°C		
5)	Caratteristiche chimiche dei liquidi trasportati - pH 5 - 9 - Solidi grossolani: assenti - Solidi sedimentabili a 30° C ml/l - Solidi sospesi 1000 mg/l - Olii minerali 10 " - Tensioattivi 5 " - Cloro libero 1 " - Cianuri 5 " - Fenoli 5 "	klem. As CdVI 0,4 Cp hg 0,1 Pb 2 Cu 1 Zn 1,5	tossici 1 mg/l " " " " " "
6)	Massimo ricoprimento sulla generatrice super. dei tubi M-4,0 m		
7)	Minimo ricoprimento sulla generatrice super. dei tubi H = 1,0 m		
8)	Larghezza media dello scavo D + (0,30 ÷ 0,50)		
9)	Allettamento e rinfiamento delle tubazioni in sabbia		
10)	Caratteristiche geotecniche da osservare per i materiali di riempimento del cavo: - Peso umido = 2,0 t/mc; Coesione = 0,0 t/mq ; Ang. d'attrito = 25°		

Oneri particolari a carico dell'appaltatore

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori per ogni lotto di fornitura un certificato attestante il tipo e le caratteristiche del materiale base impiegato per la costruzione delle tubazioni.

- il risultato delle prove dopo trattamento termico (DIN 8075).

La ditta fornitrice si obbliga a tenere in stabilimento, a disposizione della Direzione dei Lavori, un laboratorio attrezzato per l'esecuzione delle prove previste dalle norme DIN 8074 e DIN 8075 e/o UNI.

Prove di collaudo

Al fine dell'accettazione delle tubazioni saranno considerati lotti ogni fornitura di m 1.000 e frazioni per ogni diametro.

La Direzione dei Lavori eseguirà in stabilimento i seguenti controlli su due tubi scelti a discrezione per ciascun lotto:

- La rispondenza della qualità superficiale dei tubi (DIN8075)
- La rispondenza delle dimensioni delle tubazioni (UNI 7611 e UNI 7613).

Nel caso che entrambi i campioni presentino valori fuori dalla tolleranza, il controllo verrà ripetuto su altri due tubi, se anche uno solo di questi ultimi fosse fuori tolleranza l'intero lotto sarà scartato.

Per ogni lotto verranno prelevati campioni in numero a discrezione della Direzione dei Lavori per essere sottoposti alle seguenti prove di cui alla norma DIN 8075.

- Prova di resistenza nel tempo sotto pressione interna
- Prova dopo trattamento termico

Qualora i risultati delle prove confermino la rispondenza delle tubazioni a quanto previsto dalle norme DIN 8075 il relativo lotto si riterrà collaudato.

In caso di esito negativo anche di una sola prova l'intero lotto sarà scartato.

Assistenza al montaggio

Le tubazioni fornite saranno poste in opera previa saldatura in testa con termoelementi secondo DIN 16932.

L'Impresa incaricata della saldatura e posa in opera delle predette tubazioni potrà chiedere l'assistenza tecnica specializzata della ditta fornitrice per il montaggio ed il controllo delle saldature eseguite in cantiere, senza pretendere null'altro oltre il corrispettivo a corpo.

Tale assistenza sarà fornita a richiesta dell'Impresa.

Art. 26 – Tubazioni in Ghisa

I tubi di ghisa sferoidale dovranno rispondere, per l'accettazione, ai requisiti di cui alla norma UNI EN 598 nonché a quelli prescritti al presente Capitolato.

Qualità e provenienza dei tubi e raccordi in ghisa sferoidale

Tubi

Materiale

La ghisa destinata alla produzione di tubi per condotte deve essere elaborata, a scelta del produttore, al cubilotto, al mescolatore o con l'impiego di altri impianti metallurgici idonei allo scopo partendo, secondo il caso, dalla ghisa grezza solida o liquida, da diversi tipi di rottame di bocame di ghisa o di acciaio con l'eventuale aggiunta di ferroleghie o altri prodotti necessari al procedimento di elaborazione per ottenere tubi e raccordi in ghisa sferoidale aventi caratteristiche conformi alle prescrizioni della presente norma.

Fabbricazione

I tubi verranno fabbricati con il seguente procedimento

- colaggio della ghisa entro conchiglia metallica (rivestita o meno) sottoposta a rotazione.

Il versamento della ghisa liquida all'interno della conchiglia avverrà attraverso un apposito canale. Canale e conchiglia metallica saranno dotati di moto relativo di traslazione, ciò allo scopo di fare defluire la vena di metallo con regolarità ed uniformità seguendo una traiettoria a spirale.

Trattamento termico

Formati i tubi ed estratti dalle conchiglie, essi saranno sottoposti, in apposito forno munito di regolatore della temperatura, ai trattamenti termici di ricottura e ferritizzazione.

Questi trattamenti conferiranno alla ghisa le caratteristiche meccaniche richieste dalla normalizzazione internazionale.

Controlli di qualità

All'uscita dal "forno di riscaldamento" o di "ricottura" i tubi saranno sottoposti ad opportuni controlli quali: massa, rettilineità, ecc.... previsti dalle norme, nonché saranno prelevati i provini anulari da sottoporre alle prove di resistenza meccanica.

Caratteristiche meccaniche

La ghisa sferoidale utilizzata avrà le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica:

CARICO UNITARIO DI ROTTURA A TRAZIONE	Da N/mm ² 42
ALLUNGAMENTO MINIMO A ROTTURA	10%
DUREZZA BRINELL	≤ 230 HB

$$1 \text{ daN/mm}^2 = 1,02 \text{ kg/mm}^2$$

Spessori

Lo spessore dei tubi di produzione normale resta definito in funzione lineare del loro diametro nominale dalla seguente formula base.

$$s = k (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

nella quale:

s = spessore normale della parete (in mm)

DN = diametro nominale (in mm)

k = e un coefficiente scelto nella serie dei numeri interi ed al quale, per i tubi, si assegna il valore 7.

Per i tubi di piccolo diametro e fino al DN 200 incluso, lo spessore normale deve essere di 5 mm.

Se le condizioni di servizio rendessero necessaria l'adozione di spessori diversi da quelli normali definiti come sopra specificato, l'aumento o la diminuzione di spessore saranno ottenuti modificando il diametro interno effettivo.

Il diametro esterno dei tubi, fissato in funzione del diametro nominale, ed indipendente dallo spessore dei tubi stessi, resterà immutato.

Lunghezze

Le lunghezze utili dei tubi di produzione normale saranno le seguenti:

- per i diametri nominali fino a 600 mm incluso: 6 metri;
- per i diametri nominali oltre 600 mm: 7 e/o 9 metri.

Tipi di giunti

I tubi avranno di norma una estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma.

I giunti a bicchiere per giunzioni di gomma, detti anche giunti elastici, debbono consentire deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza che venga meno la perfetta tenuta.

I giunti a bicchiere per giunzioni in gomma possono essere del tipo automatico e del tipo meccanico.

Nel tipo automatico la tenuta è assicurata dalla reazione elastica dell'anello di guarnizione in gomma, suscitata dalla deformazione dell'anello stesso all'atto del montaggio.

Nel tipo meccanico la tenuta è assicurata dal bloccaggio della gomma contro un'apposita sede ricavata nel bicchiere del tubo. Il bloccaggio viene realizzato all'atto del montaggio mediante la compressione esercitata da una controflangia opportunamente sagomata e serrata meccanicamente sul bicchiere, mediante appositi bulloni.

Le dimensioni e le caratteristiche particolari dei vari tipi di giunti vengono precisate nei cataloghi di produzione.

Raccordi

Materiale

La ghisa destinata alla produzione di raccordi deve essere elaborata, a scelta del produttore, al cubilotto, al mescolatore o con l'impiego di altri impianti metallurgici idonei allo scopo partendo, secondo il caso, dalla ghisa grezza solida o liquida, da diversi tipi di rottame di boccame di ghisa o di acciaio con l'eventuale aggiunta di ferroleghie o altri prodotti necessari al procedimento di elaborazione per ottenere alla colata raccordi di ghisa sferoidale aventi caratteristiche in conformità alle prescrizioni della presente norma.

Fabbricazione

I raccordi saranno fabbricati con il seguente procedimento:

- colaggio del metallo entro forme di "sabbia".

Trattamento termico

I raccordi in ghisa sferoidale potranno essere sottoposti, a giudizio della ditta produttrice e d'accordo con la committente, ad un trattamento termico di ricottura come previsto per i tubi.

Dimensionamento

E' consentito proporzionare lo spessore di parete dei raccordi alle forze applicate in ogni punto, specialmente alle tensioni meccaniche generate dalla pressione. Pertanto nelle curve lo spessore di parete può essere maggiore nelle zone interne che in quelle esterne. L'aumento o la riduzione dello spessore dei raccordi può essere realizzato mediante la modifica del diametro interno o di quello esterno.

Tipi di giunti

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

- Giunto a flangia

Tale tipo di giunto consiste nell'unione, mediante bulloni, delle flange poste alle estremità di due elementi da accoppiare.

La tenuta è assicurata dalla forte aderenza della rondella di guarnizione (di piombo o di gomma) contro le pareti contigue, generata dal serraggio dei bulloni, per facilitare la perfetta tenuta del giunto le superfici di combaciamento delle flange debbono avere un risalto sporgente, ricavato per tornitura, e su cui si praticano alcune rigature concentriche.

Le flange possono essere ricavate per fusione o unitamente al tubo o separatamente da esso e successivamente avvitate sul tubo stesso.

Le caratteristiche di foratura delle flange (diametro e numero dei fori, diametro del centrofori, posizione dei fori) saranno conformi alle norme vigenti salvo diversa specificazione all'ordine.

Gli spessori normali delle flange restano definiti, in funzione lineare del diametro nominale, dalle seguenti formule:

PN 10 b	PN 16 b	PN 25 b
$10 + 0,035 \text{ DN}$ (DN 60 ÷ 300 con minimo di mm 16)	$10 + 0,035 \text{ DN}$ (DN 60 ÷ 1200 con minimo di mm 16)	$10 + 0,045 \text{ DN}$ (DN 60 ÷ 1200 con minimo di mm 16)
$10 + 0,25 \text{ DN}$ (DN 350 ÷ 1200 con minimo di mm 20,5)	$20 + 0,025 \text{ DN}$ (per DN 1400 a 2000)	$20 + 0,035 \text{ DN}$ (per DN 1400 a 2000)
$20 + 0,015 \text{ DN}$		

(per DN 1400 a 2000)		
----------------------	--	--

dove "b" rappresenta lo spessore in mm.

Il risalto sporgente (o gradino di tenuta) viene ricavato al di fuori degli spessori normali sopra definiti.

- Caratteristiche meccaniche

La ghisa sferoidale utilizzata avrà le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica:

CARICO UNITARIO DI ROTTURA A TRAZIONE	da N/mm ² 40
ALLUNGAMENTO MINIMO A ROTTURA	5%
DUREZZA BRINELL	≤ 250 HB

(1 da N/mm = 1,02 kg/mm²)

Tolleranze

Tolleranze sullo spessore

Le tolleranze in meno ammesse sullo spessore di parete dei tubi e dei raccordi, espresse in mm sono definite, in funzione lineare del loro diametro nominale, dalle seguenti formule:

- per i tubi: $(1,3 + 0,001 \text{ DN})$
- per i raccordi: $(2,3 + 0,001 \text{ DN})$

Lo scostamento superiore è limitato dalle tolleranze sulla massa.

Tolleranze sulla lunghezza

Le tolleranze ammesse sulla lunghezza normale di fabbricazione dei tubi e dei raccordi in accordo con le norme UNI-ISO 2531 del luglio 1981, espresse in mm sono le seguenti:

TIPO DI PRODOTTO	DIAMETRI NOMINALI	TOLLERANZE (in mm)
Tubi centrifugati	Tutti i diametri previsti	± 30 (°)
Raccordi diritti a due bicchieri, a flangia e bicchiere, a flangia ed estremità liscia	DN ≤ 1200	± 25
	DN ≥ 1200	± 35
Curve da 1/4	Tutti i diametri previsti	$(15 + 0,03 \text{ DN})$
Curve da 1/8	Tutti i diametri previsti	$(10 + 0,025 \text{ DN})$
Curve da 1/6 e 1/32	DN ≤ 1000	$(10 + 0,02 \text{ DN})$
	DN ≥ 1000	$(10 + 0,025 \text{ DN})$
T a 2 bicchieri con diramazione a flangia e T a 3 bicchieri e T a 3 flange	DN ≤ 1200 DN ≥ 1200	+ 50 - 25 + 75 - 35
Raccordi a flangia		± 10

(°) Per i tubi successivamente tagliati, la tolleranza può essere portata a ± 100 mm.

Sarà ammessa, fino al 10% del numero totale di tubi a bicchiere di ciascun diametro, la fornitura di tubi extra - lunghezza normale di fabbricazione, le diminuzioni di lunghezza consentite, in tale caso, sono di m 0,50 - 1,00 - 1,50 - 2,00.

Tolleranze sulla rettilineità dei tubi

I tubi devono essere diritti. Facendoli rotolare su 2 guide distanti circa 2/3 della lunghezza dei tubi stesi, la freccia di incurvamento massima f_m , espressa in mm, non deve essere maggiore di 1,25 volte la lunghezza l dei tubi, espressa in m.

$$f_m \leq 1,25 l$$

Tolleranza sui giunti

Giunti a bicchiere

Le tolleranze ammesse sui giunti a bicchiere sono, per ogni tipo di giunto ed in funzione del diametro nominale considerato, quelle stabilite dal fabbricante.

Giunti a flangia

Le tolleranze ammesse sullo spessore b delle flange nei tubi, e nei pezzi speciali, espresse in mm, sono definite, in funzione lineare del loro diametro nominale, dalle seguenti formule:

- nei tubi: $\pm (2+0,05 b)$
- nei raccordi: $\pm (3+0,05 b)$

Tolleranze sui pesi

Le tolleranze ammesse sulla massa dei tubi e raccordi, calcolati in base alle dimensioni teoriche ed alla densità della ghisa, di 7,05 kg/dcmc, sono le seguenti:

TIPI DEGLI ELEMENTI		TOLLERANZE
Tubi centrifuga	fino a DN 200 compreso	$\pm 8\%$
	oltre DN 200	$\pm 5\%$
Raccordi	raccordi (esclusi quelli sottoindicati)	$\pm 8\%$
	curve e raccordi con diramazioni	$\pm 12\%$

Rivestimenti

Rivestimento esterno

Tutti i tubi di norma saranno protetti all'esterno con un rivestimento atto a proteggere i tubi dall'aggressività ambientale.

L'applicazione, per i tubi, avverrà a spruzzo o a spazzola, oppure con ogni altro mezzo che consenta una distribuzione regolare della vernice.

Spessore minimo del rivestimento: 30 microns.

Nella gamma di DN 150 ÷ 600 la vernice dei tubi sarà preceduta dall'applicazione di uno strato di zinco purissimo mediante spruzzatura con apposita pistola elettrica.

L'esterno dell'estremità del tubo liscio e l'interno del bicchiere che è a contatto con il fluido sono rivestiti con vernice epoxy.

I raccordi saranno rivestiti sia all'esterno che all'interno con vernice epoxy.

I raccordi destinati al collegamento con le strutture murarie non saranno verniciati all'esterno allo scopo di favorirne l'ancoraggio.

Rivestimento interno

I tubi saranno di norma rivestiti internamente con malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione e composta da:

- cemento alluminoso
- sabbia silicea di granulometria opportunamente studiata.

La malta cementizia sarà portata all'interno del tubo per mezzo di apposito dosatore. Con la successiva centrifugazione si otterrà la separazione dell'eccesso di acqua dalla malta e la uniforme distribuzione di quest'ultima sulla parete. Dopo la centrifugazione i tubi passeranno alla stagionatura del rivestimento interno; l'indurimento della malta si effettuerà in un deposito chiuso in atmosfera controllata, al fine di minimizzare il rischio di fessurazioni e disgregazioni.

Contrassegni

Marcatura

Tutti i tipi dovranno portare i seguenti contrassegni ottenuti di fusione, oppure, ove il processo di fabbricazione non lo consenta, riportati a vernice o stampati a freddo:

- marchio della ditta produttrice
- diametro nominale DN
- simbolo distintivo del materiale "ghisa sferoidale".

I tubi di DN maggiore di 300 mm devono inoltre portare il millesimo di fabbricazione.

Eventuali altre indicazioni delle caratteristiche principali, da riportare a vernice, potranno essere concordate con la ditta produttrice.

Guarnizioni di gomma

Caratteristiche

Le guarnizioni di gomma da impiegarsi nei vari tipi di giunti indicati nel precedente paragrafo, dovranno essere ad anello con sezione trasversale della forma particolare adottata dalla ditta produttrice dei tubi.

La forma, le dimensioni e le caratteristiche meccaniche e qualitative delle guarnizioni di gomma con le relative tolleranze, saranno fissate dal fabbricante dei tubi.

Ogni guarnizione deve riportare:

- marchio del fabbricante
- diametro nominale
- tipo di giunto
- settimana e anno di fabbricazione

Gli anelli saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati. Non saranno ammesse saldature, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro, a condizione però che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto.

Composizione

La composizione delle gomme sarà tale da garantire l'idoneità delle guarnizioni all'uso cui sono destinate (condotte "acqua" oppure condotte "gas").

In particolare le gomme dovranno possedere caratteristiche di elasticità e resistenza che non decadano sensibilmente nel tempo e non dovranno presentare, a seguito del contatto con i fluidi convogliati nelle condotte, alterazioni sensibili nella loro struttura tali da determinare, anche a lunga scadenza (vita delle condotte), una riduzione nella sicurezza di tenuta del giunto.

Le guarnizioni dovranno essere compatte, omogenee nei vari strati, esenti da porosità, bolle o altre imperfezioni.

Le mescole inoltre non dovranno contenere elementi metallici (quali antimonio, mercurio, manganese, piombo, rame) ed altre sostanze che possono modificare i caratteri organolettici dell'acqua.

Immagazzinamento

Le guarnizioni devono essere immagazzinate in locali freschi ed al riparo dei raggi solari diretti, in ogni caso devono essere riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Se ne raccomanda inoltre la conservazione nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione.

Accettazione dei tubi e dei raccordi

Controlli e prove per l'accettazione

I controlli e le prove per l'accettazione dei tubi e dei raccordi dovranno, di norma, essere eseguiti in fase di produzione, alla presenza di un rappresentante dell'Amministrazione Appaltante preavvertito in tempo utile dell'inizio delle operazioni. La ditta produttrice dovrà fornire le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessario.

Qualora l'Amm.ne appaltante non invii in tempo utile il proprio rappresentante a presenziare alle operazioni di controllo e prova, la ditta produttrice potrà procedere anche in sua assenza.

In tal caso dovrà rilasciare, al termine delle operazioni stesse, regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che sono state eseguite in conformità delle presenti prescrizioni.

I controlli e le prove valevoli per l'accettazione dei tubi e dei raccordi, nonché le modalità della loro esecuzione e gli effetti dei loro risultati ai fini dell'accettazione stessa, vengono specificati in seguito.

L'Amm.ne appaltante avrà facoltà di far effettuare da un proprio rappresentante i controlli e le prove di cui sopra anche in periodo successivo a quello di fabbricazione, precisando nell'ordine che intende avvalersi di tale facoltà. In tal caso l'intera fornitura sarà suddivisa in singole partite omogenee di materiali.

Formazione delle partite

La formazione delle partite di materiali approntati su cui saranno eseguite le operazioni di controllo e prova da parte del rappresentante dell'Amm.ne appaltante, avverrà di norma secondo i seguenti criteri, salvo particolari accordi che verranno presi tra le parti in relazione ai quantitativi effettivi di materiali compresi nella fornitura.

I tubi verranno suddivisi in partite di elementi di uguale diametro e spessori, fabbricati in successione.

I raccordi verranno suddivisi in partite composte possibilmente da elementi colati in successione e che abbiano ricevuto, eventualmente, lo stesso trattamento termico.

Le partite di materiali prodotti saranno accompagnate da più saggi, da cui verranno estratte le provette per le prove meccaniche. I saggi saranno prelevati in numero esuberante rispetto a quello strettamente necessario, per eventuali prove ripetute. I saggi che accompagneranno le partite di tubi dovranno essere prelevati dalle estremità lisce dei tubi stessi; quelli che accompagneranno le partite di pezzi speciali dovranno essere colati a parte con la stessa ghisa e aver ricevuto, eventualmente, lo stesso trattamento termico.

Tutti i tubi sui quali saranno stati prelevati saggi per le prove di accettazione saranno accettati dall'Amm.ne appaltante come se avessero la loro lunghezza normale.

Controllo dei difetti superficiali

Il controllo sarà effettuato a vista, e cioè senza il soccorso di apparecchiature di ingrandimento.

Al controllo i tubi ed i raccordi dovranno risultare esenti da difetti superficiali tali da nuocere al loro impiego.

Controllo delle dimensioni

Le dimensioni sono misurate sia a mezzo di strumenti di misura che permettono di ottenere la precisione del millimetro sia con l'aiuto di un calibro a corsoio che permette di ottenere la precisione del decimo di millimetro.

Controllo dei pesi

Il controllo dei pesi sarà eseguito, di norma, sui tubi e sui raccordi prima del loro rivestimento, salvo particolari accordi tra le parti qualora il processo di fabbricazione non lo consenta.

Prova di tenuta

La prova di tenuta si eseguirà durante il ciclo di produzione mediante prova di pressione interna, su tutti i tubi ed i raccordi. Qualora i controlli e le prove di accettazione fossero effettuate in periodo successivo a quello di fabbricazione, su singole partite già pronte per la consegna, la prova idraulica sarà ripetuta su un quantitativo pari a circa $1 \div 2\%$ del numero di elementi costituenti le singole partite.

Prova dei tubi

La prova di tenuta dei tubi sarà effettuata con l'acqua alle seguenti pressioni:

- per DN fino a 300 incluso 50 bar;
- per DN superiori a 300 e sino a 600 incluso 40 bar;
- per DN superiori a 600 e sino a 1000 incluso 32 bar;
- per DN superiori a 1200 incluso .. 25 bar.

I tubi per condotte di gas dovranno essere sottoposti ad una particolare prova di tenuta stagna effettuata con aria o con altri mezzi concordati col committente alla pressione minima di 1 bar.

Prova dei raccordi

I raccordi devono essere sottoposti in officina ad un controllo di tenuta stagna effettuato con aria sotto pressione di 1 bar, oppure con acqua alla pressione indicata nel prospetto seguente:

- DN 60 ÷ 300 25 bar
- DN 350 ÷ 600 16 bar
- DN > 600 10 bar.

Durante la prova di tenuta, per i tubi ed i raccordi, che avrà durata di almeno 15 secondi, non si dovranno constatare fuoriuscite di acqua od aria, né porosità o altri difetti di sorta.

I valori di pressione sopra indicati saranno adottati nella prova di tenuta dei tubi e dei raccordi di produzione normale.

Qualora per particolari condizioni di servizio gli elementi di tubazione fossero stati ordinati con spessori diversi da quelli normali, le relative pressioni di prova in opera saranno preventivamente concordate.

Prova di trazione

La prova di trazione si eseguirà nel corso della fabbricazione dei tubi e dei raccordi, per lo meno una volta per ogni giorno di colata. Qualora i controlli e le prove di accettazione fossero effettuati in periodo successivo a quello di fabbricazione (le singole partite già pronte per la consegna) la prova di trazione sarà eseguita su provette estratte da un saggio per ogni partita, prelevato, a scelta del rappresentante dell'Amm.ne appaltante, tra i saggi che accompagnano le singole partite.

Le dimensioni delle provette, le modalità di esecuzione della prova e le condizioni di prova stesse nonché la determinazione delle caratteristiche meccaniche dovranno essere conformi alle Norme UNI/ISO vigenti.

Nella prova di trazione si dovranno ottenere i seguenti risultati:

- Resistenza a rottura: 420 N/mm² per i tubi
400 N/mm² per i raccordi
- Allungamento a rottura: $\geq 10\%$ per i tubi
 $\geq 5\%$ per i raccordi

Su esplicita richiesta e previo accordi con la ditta produttrice potrà essere misurato anche il limite elastico allo 0,2% il valore corrispondente non dovrà risultare inferiore a 300 N/mm².

Prova di durezza

La prova di durezza, che potrà essere eseguita sulla superficie esterna dei pezzi, consisterà nella determinazione della durezza Brinell.

La prova sarà effettuata in conformità della norma UNI 560/II edizione in una delle seguenti condizioni:

- sfera di acciaio di 10 mm di diametro sotto un carico di 3000 kg per la durata di 15 secondi;
 - sfera di acciaio di 5 mm di diametro sotto un carico di 750 kg per la durata di 10 secondi.
- La durezza non dovrà mai superare il valore di 230 HB per i tubi, di 250 HB per i raccordi.

Effetto dei risultati ottenuti

Controllo dei difetti superficiali

Qualora alcuni tubi o raccordi presentassero leggere imperfezioni superficiali la ditta produttrice potrà rimediare, sotto la propria responsabilità nel modo che riterrà più opportuno.

Difetti di secondaria importanza potranno essere riparati solamente con il consenso preventivo del rappresentante dell'Amm.ne appaltante. Nella riparazione la ditta produttrice potrà impiegare qualsiasi procedimento precedentemente sperimentato, anche la saldatura, assumendosi comunque ogni responsabilità sulla riuscita della riparazione.

I tubi ed i raccordi che rappresentassero imperfezioni o difetti, ritenuti a giudizio del rappresentante dell'Amm.ne appaltante di notevole importanza ai fini dell'impiego, saranno senz'altro rifiutati.

Controlli delle dimensioni

I tubi ed i raccordi le cui dimensioni presentassero al controllo differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse saranno rifiutati.

Controllo dei pesi

I tubi ed i raccordi, il cui peso risultasse al controllo inferiore al peso teorico calcolato come precisato nel precedente paragrafo b/5 diminuito delle tolleranze ammesse nello stesso paragrafo, potranno essere accettati a giudizio dell'Amm.ne appaltante, a condizione che soddisfino alle altre prescrizioni delle presenti norme. Qualora fossero venduti a peso, verranno contabilizzati sulla base del loro peso effettivo.

I tubi ed i raccordi il cui peso risultasse al controllo superiore al peso teorico calcolato come precisato nel sopraccitato paragrafo b/5 aumentato delle tolleranze ammesse nello stesso paragrafo, saranno accettati. Qualora fossero venduti a peso verranno contabilizzati, tuttavia, sulla base del loro peso teorico.

Prove di tenuta

I tubi ed i raccordi sui quali, alla prova di tenuta, si constatassero fuoriuscite di acqua o aria, porosità o altri difetti, saranno senz'altro rifiutati.

Prove di trazione

Se i valori della resistenza a rottura, del limite elastico allo 0,2% e dell'allungamento percentuale a rottura, risultassero nella prova di trazione di una provetta, la prova sarà ripetuta ancora su due provette ricavate dagli altri saggi della medesima partita dei materiali.

I risultati di queste due riprova dovranno soddisfare alle prescrizioni, altrimenti la partita dei materiali cui le prove si riferiscono sarà rifiutata.

Qualora i risultati della prova di trazione non rispondessero alle prescrizioni a causa di un inadeguato trattamento termico dei materiali prodotti, i materiali stessi ed i relativi saggi in causa potranno, con il consenso preventivo del rappresentante dell'Amm.ne appaltante, essere oggetto di un nuovo trattamento termico e successivamente sottoposti di nuovo alla prova di accettazione.

Nell'esame dei risultati della prova di trazione non si terrà conto dell'esito di prove eseguite su provette che presentassero evidenti difetti di natura accidentale.

Prove di durezza

Se il valore della durezza Brinell risultasse superiore al massimo prescritto nel precedente paragrafo, la prova sarà ripetuta.

Qualora anche la riprova fornisse un risultato non conforme a causa di un adeguato trattamento termico, i materiali cui la prova si riferisce potranno, con il consenso preventivo del rappresentante dell'Amm.ne appaltante, essere oggetto di un nuovo trattamento termico e successivamente saranno rifiutati.

Accettazione delle guarnizioni di gomma

Controlli e prove per l'accettazione

Generalità

Ai fini dell'accettazione delle guarnizioni di gomma, la ditta produttrice dei tubi dovrà presentare all'Amm.ne appaltante un certificato di garanzia rilasciato dal fornitore delle guarnizioni stesse nel quale, facendo esplicito riferimento a prove eseguite presso un laboratorio qualificato su materiali di identico tipo, si dichiara che i prodotti forniti rispondano in tutto alle presenti prescrizioni, con l'impiego alla sostituzione con altri idonei di quelli che, ai controlli e prove di accettazione richieste, risultassero difettosi.

L'amm.ne appaltante farà eseguire da un suo rappresentante i controlli di accettazione o presso lo stabilimento di produzione o sul luogo di consegna dei materiali. Farà inoltre accertare presso laboratori qualificati, mediante prove tecnologiche fisiche o chimiche, la rispondenza dei prodotti forniti alle caratteristiche qualitative prescritte.

Tutte le spese ed oneri per l'esecuzione dei controlli e prove di cui sopra saranno a carico della ditta produttrice dei tubi.

Al fine dell'esame statistico della fornitura le guarnizioni fornite saranno suddivise in singole partite di prodotti il più possibile omogenei dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione.

Controlli

Si effettueranno i seguenti controlli:

- controllo dei difetti superficiali;
- controllo delle dimensioni.

Al controllo dei difetti superficiali le guarnizioni di gomma dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli. Saranno tollerati solamente segni, ridottissimi, in numero e dimensioni derivanti da eventuale stampaggio per iniezione. La superficie degli anelli deve essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di materiale estraneo.

Sono escluse anche porosità o inclusioni d'aria nella massa.

Le sbavature dovranno essere ridotte ad un minimo che non pregiudichi la tenuta dell'acqua. Eventualmente l'asportazione della bava può essere ottenuta mediante leggera molatura.

Prove fisiche

Su un quantitativo non maggiore dell'1% (uno per cento) del numero di elementi costituenti le singole partite sarà effettuata la verifica della durezza.

La determinazione della durezza sarà fatta in gradi internazionali (IRH-International Rubber Hardness), secondo le modalità previste nella norma UNI vigente.

Effetto dei risultati ottenuti

Controlli

Gli anelli di guarnizione che presentassero difetti superficiali ritenuti, a giudizio del rappresentante dell'Amm.ne addetto al controllo, nocivi ai fini del loro impiego saranno senz'altro rifiutati.

Gli anelli di guarnizione le cui dimensioni presentassero, al controllo, differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse, saranno rifiutati.

Prove fisiche

Se i valori delle caratteristiche degli anelli di guarnizione risultassero, nelle prove fisiche sull'1% (uno per cento) del quantitativo delle singole partite in cui è stata suddivisa la fornitura, inferiori qualitativamente ai valori prescritti nell'ordine, le prove saranno ripetute ancora su un altro quantitativo pari al 2% (due per cento) delle singole partite.

In caso di esito positivo gli anelli di guarnizione della partita in causa verranno senz'altro accettati in caso contrario saranno rifiutati.

Prove chimiche

Gli anelli di guarnizioni fabbricati con mescole di gomma la cui composizione all'esame chimico risultasse in disaccordo con le prescrizioni del precedente paragrafo saranno senz'altro rifiutati.

Posa delle tubazioni e raccordi

Norme generali

I - La posa in opera e la giunzione dei tubi debbono essere effettuate da personale specializzato.

II - La Direzione dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, far sospendere la posa delle tubazioni qualora il personale incaricato di tale lavoro non dia all'atto pratico le necessarie garanzie per la perfetta riuscita dell'opera.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o gli apparecchi, deve essere riconosciuta o approvata dal Direttore dei lavori. Conseguentemente resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture. Resta

quindi vietato l'impiego di spezzoni di tubo ove non sia strettamente riconosciuto necessario dal Direttore dei lavori.

Qualora venisse riscontrato l'impiego non necessario di spezzoni di tubo, l'appaltatore dovrà, a sue spese, rifare il lavoro correttamente, ed a suo carico saranno tutte le maggiori spese, per tale fatto, sostenute dall'Amm.ne.

III - Norme di esecuzione dello scavo e del rinterro del tubo.

- La larghezza della trincea destinata a ricevere la tubazione non potrà essere normalmente inferiore al diametro nominale del tubo più 40 cm. Sarà consentita una larghezza inferiore solo nel caso di interferenze di manufatti preesistenti da mantenere integri o negli altri casi consentiti dalla Direzione dei Lavori.
- La profondità della trincea dovrà essere tale per cui l'altezza minima dal piano stradale (o dal piano di campagna) alla generatrice superiore della condotta non dovrà essere mai inferiore a un metro. Casi particolari per i quali potranno essere necessarie altezze inferiori a queste misure saranno esaminati dalla Direzione dei Lavori.

Il letto di posa dei tubi per tutta la larghezza della trincea sarà costituito da terra sciolta, vagliata dell'altezza di almeno 10 cm. Nel caso di scavo in roccia, la terra verrà eventualmente approvvigionata da cava di prestito.

Il rinterro, fino all'altezza della generatrice superiore del tubo, sarà costituito da terra sciolta, vagliata e accuratamente compattata per strati successivi dell'altezza di cm 30 per ogni strato.

Allo scopo di ottenere un miglior grado di compattazione, si procederà all'innaffiamento di ogni strato. Il rinterro sovrastante verrà effettuato con terra proveniente dallo scavo, dalla quale dovranno essere eliminati radici, sassi ed ogni altro corpo estraneo.

Non sarà consentito il rinterro con materiale grossolano, di provenienza rocciosa. Nel caso di scavo in roccia il materiale sciolto utilizzato potrà provenire da cava di prestito.

Nei tronchi fuori strada verranno fatti gli appositi ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna dopo il naturale assestamento del rinterro. Nei tronchi sotto strada si avrà cura a costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale.

In quest'ultimo caso il grado di compattazione e di assestamento del rinterro dovrà essere tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della massicciata stradale e del manto di usura afferenti alla trincea, il piano stradale non debba subire, col tempo e per effetto del traffico anche "pesante", alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti della struttura stradale in corrispondenza della condotta l'impresa, a sua cura e spese dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

Pulizia dei tubi ed accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo ed apparecchio deve essere, a piè d'opera, accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro elemento estraneo.

Nell'operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna del tubo.

Gli estremi della condotta posata devono essere chiusi accuratamente, durante le interruzioni del lavoro, con tappi di legno.

Discesa dei tubi, raccordi ed apparecchi

I tubi, raccordi e apparecchi devono essere calati con cura nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati, evitando urti, cadute, ecc. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto che dovranno avere in opera evitando spostamenti notevoli entro il cavo.

Preparazione del piano di posa

La posa dei tubi dovrà essere fatta di norma secondo le disposizioni che tratto per tratto impartirà la Direzione dei Lavori.

Il fondo del cavo, sia esso in terra oltre che in roccia, non dovrà presentare rilievi o infossature maggiori di tre centimetri.

E' vietato l'impiego di pezzi di pietra sotto i tubi per stabilire gli allineamenti.

Precauzioni durante i lavori

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguate sorveglianze nei periodi di sospensioni, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito, senza comunque interessare i giunti, che verificandosi, nonostante ogni precauzione, la inondazione dei cavi, le condotte, vuote e chiuse agli estremi, possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele e a carico dell'appaltatore.

Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso di impianto debbono essere comunque chiuse con tappo di legno. E' vietato praticare tali chiusure in modo diverso.

Posa in opera dei tubi

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a pie d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire (operazione di sfilamento), l'Impresa farà porre e quotare, con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo, ove stabilito dal Direttore dei Lavori, secondo le norme del presente Capitolato, l'eventuale letto di posa.

I tubi verranno calati nella fossa con mezzi adeguati a prescriverne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni.

Prima di essere calati nei cavi tutti i tubi dovranno essere puliti accuratamente nell'interno dalle materie che eventualmente vi fossero depositate.

La posa in opera dei tubi a bicchiere con giunto elastico automatico si eseguirà nel modo seguente:

- pulire l'interno del bicchiere e l'anello di tenuta in gomma e cospargere di pasta lubrificante la parte interna del bicchiere destinate a sede della guarnizione;
- introdurre la guarnizione nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere;
- cospargere di pasta lubrificante la superficie interna della guarnizione ed il tratto terminale di canna che verrà imboccato;
- tracciare sulla canna del tubo un segno ad una distanza dall'estremità pari alla profondità di imbocco del bicchiere, diminuita di 10 mm;

- assicurare il centraggio del tubo da imboccare con il bicchiere corrispondente, introdurre la canna nel bicchiere sino a che il segno tracciato non si trovi sul piano della superficie frontale del bicchiere.

Questa posizione non dovrà essere oltrepassata per consentire le deviazioni angolari permesse dal giunto.

Ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico e altimetrico stabilito nei profili e nelle planimetrie approvati dalla Direzione dei Lavori con le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione stessa.

Non saranno tollerate contropendenze: nel caso che queste si verificassero, l'appaltatore dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, compreso quello di rimuovere la tubazione già posata e ricostruirla nel modo prescritto.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione dei Lavori.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea debbono essere rigorosamente disposti su una retta. Sono ammesse deviazioni sino ad un massimo di 5° secondo le modalità stabilite dalla Direzione dei Lavori, allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio.

I tubi debbono essere disposti in modo che la loro generatrice inferiore poggi su tutta la sua lunghezza.

Posa in opera dei raccordi, apparecchi ed accessori di ghisa

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla Direzione dei Lavori.

Nella messa in opera dei raccordi deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta. Similmente per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura per evitare, durante i lavori e la messa in opera, danni alle parti delicate.

In particolare, poi, dovranno osservarsi le norme seguenti:

- i pezzi a T ed a croce: dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto all'asse della condotta, con la diramazione orizzontale o verticale, a seconda che prescriverà la Direzione dei Lavori.
- riduzione: per passare da un diametro ad un altro di impiegheranno riduzioni tronco coniche o "flange di riduzione".
- saracinesche di arresto e di scarico: le saracinesche di arresto saranno collocate nei punti che saranno indicati dalla Direzione dei Lavori all'atto della loro posa. Le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più depressi della condotta tra due rami di pendenza contratti, ovvero alle estremità di una condotta isolata. Le saracinesche saranno sempre posate verticalmente entro pozzetti o camere in muratura.

In genere le saracinesche di arresto avranno lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite.

- sfiati automatici: gli sfiati automatici da collocarsi o nei punti culminanti della condotta (quando ad un ramo ascendente ne succede uno discendente) al termine di tronchi in ascesa, ovvero alla sommità di sifoni, saranno messi in opera mediante appositi raccordi con diramazioni verticali. Lo sfiato sarà sempre preceduto da una saracinesca e munito di apposito rubinetto di spurgo. Per la custodia dell'apparecchio e la sua manovra sarà costruito apposito pozzetto che racchiuderà anche la condotta principale.

Giunzioni per raccordi

Giunto elastico meccanico a bulloni

La posa in opera dei raccordi con giunto meccanico si eseguirà nel modo seguente:

- pulire il bicchiere e l'estremità liscia con una spazzola d'acciaio e un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice e ogni traccia di terra o di altro materiale estraneo. Se la posa dovrà avvenire ad una certa distanza di tempo, si taperà provvisoriamente il bicchiere con apposite tavole di legno, evitando di introdurre stracci, carta o altri materiali estranei;
- servendosi di un apposito calibro, tracciare sull'estradosso del tubo una linea di fede. La distanza della linea di fede dall'estremità liscia del tubo dovrà essere inferiore di 5 – 10 mm alla profondità del bicchiere;
- inserire la controflangia sull'estremità liscia, rivolgendo al tubo la parte convessa della controflangia;
- scavare al disotto del giunto una "nicchia" sufficientemente ampia da consentire l'esecuzione del giunto nella parte inferiore del tubo;
- imboccare l'estremità liscia del tubo controllandone il centramento mediante un righello metallico calibrato da introdurre nello spazio anulare esistente fra l'interno del bicchiere e l'esterno della canna;
- verificare che la linea di fede tracciata sulla canna coincida con il piano frontale del bicchiere. Poichè, a giunzione effettuata, il segno di riferimento verrà a trovarsi coperto dalla controflangia, occorre avere cura che nel corso delle successive operazioni il tubo non subisca spostamenti longitudinali;
- fare scorrere la guarnizione sulla canna, sistemandola nel suo apposito alloggiamento all'interno del bicchiere. Se l'estremità liscia del tubo è ben centrata ed i due tubi sono coassiali, questa operazione è molto facile da realizzare. Curare che la superficie frontale della guarnizione risulti ben assestata su tutta la circonferenza, senza rigonfi e fuoriuscite rispetto all'intradosso del bicchiere;
- fare scorrere la controflangia sulla canna fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza;
- sistemare i bulloni avvitando i dadi, a mano, sino a portarli a contatto della controflangia. verificare il corretto posizionamento di questa imprimendo due o tre piccoli spostamenti rotatori nei due sensi (orario e antiorario);
- serrare progressivamente i dadi per passate successive e su punti diametralmente opposti.

Potrà eventualmente, a discrezione della Direzione dei Lavori, essere effettuato il controllo delle coppie di serraggio con una chiave dinamometrica.

I valori indicativi dovranno essere:

- bulloni con $d = 22$ mm circa 12 kgm
- bulloni con $d = 27$ mm " 30 kgm.

Giunto a flangia piana

Questo giunto è adoperato normalmente per il collegamento di raccordi e apparecchi. Il giunto consiste nella unione mediante bulloni di due flange poste alle estremità dei tubi o raccordi o apparecchi da collegare tra le quali sia stata interposta una guarnizione ricavata di piombo in lastra di spessore non minore di mm 5 o guarnizione in gomma telata.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere a quello esterno uguale a quello esterno del "collarino" della flangia. E' assolutamente vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato in modo assoluto ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro, evitando di produrre con anormali sollecitazioni della flangia la rottura di questa.

Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

Prove delle condotte in pressione

L'Impresa è strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far eseguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi provvisori. Successivamente dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove.

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.

Le prove saranno effettuate per tratte di lunghezza media di metri 500, restando però in facoltà della Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, aumentare o diminuire tali lunghezze.

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 da rimuovere in tutto o in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente alla interruzione.

L'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amm.ne. Dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri, registratori muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese della Impresa, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiare e ancoraggi provvisori 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.

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due: una a giunti scoperti e condotta seminterrata, l'altra a cavo chiuso per metà altezza.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione dei lavori, in contraddittorio con quello dell'appaltatore, eseguirà la visita accuratissima di tutti i giunti. A tale scopo, all'inizio della prova, i singoli giunti debbono 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 e tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'appaltatore.

La buona riuscita 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, ancorché 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 calcandone 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 generatrice superiore del tubo.

Qualora questa 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 e a totale carico dell'Impresa.

Le tubazioni di ghisa saranno nei singoli tronchi sottoposte, sia nella prima che nella seconda prova, ad una pressione superiore di 5 bar alla pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco provato.

La prima prova avrà la durata di 8 ore, la seconda di quattro.

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 1 bar al minuto primo.

Prova delle condotte a gravità

La prova verrà effettuata per ogni singolo tronco compreso fra due pozzetti successivi, indipendentemente dalla lunghezza del tronco stesso, ad avvenuto rinterro parziale della condotta.

La prova verrà effettuata mediante riempimento con acqua.

Si provvederà aappare la canalizzazione in corrispondenza del pozzetto a valle del tronco e quindi nel caso di prova con acqua si riempirà la condotta fino al raggiungimento del livello del chiusino stradale nel pozzetto a monte.

La prova verrà considerata valida solo se, dopo 1 ora dalla fine del riempimento, sarà accertata la stabilità del livello dell'acqua nel pozzetto.

Art. 27 - Manufatti per Fognature: Camerette e Chiusini

Generalità

I pozzetti di raccordo semplici o sifonati, i pozzetti stradali, le camerette di ispezione, saranno in calcestruzzo semplice o armato delle dimensioni e della classe di calcestruzzo indicata nei disegni di progetto o descritte dalla Direzione Lavori.

I pozzetti di raccordo ed i pozzetti stradali potranno essere in calcestruzzo Classe B1 vibrocompresso di produzione commerciale. Saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo Classe D.

Tutti i manufatti dovranno corrispondere ai disegni di progetto o a quelli delle ditte costruttrici, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Camerette

Le camerette d'ispezione, di immissione, di cacciata e quelle speciali in genere verranno gettate in opera; saranno armate in base alle specifiche sollecitazioni e munite di camino di accesso dalla superficie. Nell'interesse dell'Amministrazione ed a giudizio della Direzione Lavori potranno anche essere impiegate camerette prefabbricate.

Quando si debba realizzare un cambiamento di sezione, le dimensioni della cameretta corrispondono a quelle del condotto di diametro maggiore.

Il fondo delle camerette verrà costruito contemporaneamente alla posa ed alla realizzazione del condotto, previa la costruzione di adatte fondazioni sottostanti al piano di posa del collettore. Le parti pedonabili delle camerette saranno rivestite in gres antisdrucciolo con

sigillatura in mastice antiacido oppure in vernice protettiva per pavimentazioni. Le camerette dovranno essere intonacate con malta di cemento lisciato a ferro oppure rivestite in tutto o in parte con i materiali indicati in progetto e con le modalità precisate nell'art. 20.

L'innesto del condotto nelle camerette dovrà essere eseguito secondo le modalità indicate nei disegni di progetto specie nel caso che queste debbano fungere da blocco di ancoraggio. Le scalette di accesso saranno in ferro zincato o in ghisa protetta da vernice antiacida.

Prima dell'esecuzione delle camerette (sia gettate in opera che prefabbricate) dovrà essere prodotta alla D.L., per accettazione, la verifica dei c.a. e consegnata ai relativi uffici del genio Civile. Per i manufatti prefabbricati la segnalazione può essere sostituita (ai sensi dell'art. 9 della legge 1086/71) dall'Autorizzazione Ministeriale.

Chiusini

Chiusini per Camerette

Di norma, per la chiusura dei camini di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in acciaio zincato o in ghisa grigia o in ghisa sferoidale. La ghisa grigia sarà conforme alle norme G15 UNI 5007, l'acciaio avrà una resistenza a trazione di 52 kg/mm². La ghisa sferoidale dovrà essere conforme alle Norme ISO 500/7 - 400/12.

Tutti i chiusini dovranno corrispondere ai disegni-tipo. In modo particolare si prescrive che:

- le superfici di appoggio del coperchio con il telaio siano lavorate con un utensile in modo che il piano di contatto sia perfetto e non si verifichi alcun traballamento;
- il coperchio sia allo stesso livello del telaio, non essendo tollerata alcuna differenza di altezza fra i due pezzi;
- il gioco tra coperchio e telaio non sia inferiore al 4% né superiore al 15% di quello prescritto;
- esistano fori di aerazione e di sollevamento.

Il chiusino dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo, progettato per un carico di prova rispondente alla distinta sotto riportata:

- su strade statali e provinciali, aree con intenso traffico di scorrimento 40 t;
- su strade comunali senza traffico di scorrimento 25 t.

Per carico di prova s'intende quel carico che provoca la prima fessurazione del materiale del chiusino.

Su ciascun elemento dovrà essere indicato, ricavato nella fusione, il carico che può sopportare come sopra descritto.

Chiusini e Griglie per Pozzetti di Scarico di Acque Stradali

Normalmente salvo casi particolari, a giudizio della Direzione Lavori, i chiusini e le griglie dovranno essere garantiti, per ciascuno degli impieghi sottoelencati, al carico di prova, da indicare, ricavato in fusione, su ciascun elemento:

- su strade statali e provinciali, aree con intenso traffico di scorrimento 25 t;
- su strade comunali senza traffico di scorrimento 15 t;
- su banchine di strade pubbliche e strade private di piccolo traffico 5 t;
- in cortili e giardini con traffico pedonale 600 kg.

I chiusini e le griglie dovranno essere costruiti con la medesima accuratezza dei chiusini per le camerette.

I materiali ed i chiusini o griglie completi saranno sottoposti a prove per controllare la rispondenza ai requisiti richiesti. Almeno 3 campioni per ogni 100 saranno sottoposti a prove.

Le modalità di prova e l'Istituto presso cui verranno eseguite saranno indicate dalla Direzione Lavori.

Il costo delle prove e gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Art. 28 - Apparecchiature idrauliche

Generalità

L'Appaltatore deve presentare un elenco dettagliato di tutte le apparecchiature idrauliche e dei collegamenti idraulici accompagnandolo con disegni, diagrammi, cataloghi.

Per ciascun componente il fornitore deve inoltre indicare:

- il costruttore;
- le caratteristiche ed i materiali impiegati;
- le dimensioni, i pesi, ecc....

Le apparecchiature da impiegare devono tutte soddisfare ai requisiti indicati nel presente Disciplinare Tecnico ed essere di completo gradimento della Direzione Lavori.

L'Appaltatore, su richiesta della Direzione Lavori, ha l'obbligo di prestarsi in ogni tempo a sottoporre le apparecchiature impiegate e da impiegarsi alle prove normali e regolamentari ed a quelle che prescriverà la Direzione Lavori per l'accertamento della loro qualità, resistenza e affidabilità.

La Direzione Lavori ha la facoltà di rifiutare le apparecchiature che non ritenesse rispondenti alle norme indicate o richiamate nel presente Disciplinare Tecnico giudicasse inadatte alla buona riuscita dei lavori.

L'accettazione in cantiere di qualsiasi apparecchiatura non pregiudica alla Direzione Lavori il diritto di rifiutare in qualunque tempo, anche se posti in opera e fino ad approvazione del collaudo le apparecchiature ed i lavori in genere che ritenesse non rispondenti alle condizioni contrattuali.

Le apparecchiature così rifiutate devono essere allontanate nel perentorio termine che di volta in volta fisserà la Direzione Lavori.

Non ottemperando l'Appaltatore a tali disposizioni, si procederà d'ufficio a spese dell'Appaltatore stesso, spese che verranno immediatamente detratte dalla contabilità dei lavori.

Tutte le apparecchiature devono corrispondere per dimensioni, peso, numero, qualità, specie e lavorazione, ed eventuale provenienza, alle indicazioni del presente Disciplinare Tecnico e dell'Elenco Prezzi riportato nel contratto.

Fanno parte degli oneri connessi alla assunzione dell'appalto:

- i trasporti, lo scarico, l'immagazzinamento, la custodia di tutti i macchinari e materiali inerenti sino alla consegna dell'impianto ultimato e funzionante;
- tutte le prestazioni specializzate e la manovalanza di aiuto e assistenza;
- tutti i materiali complementari occorrenti;
- tutti i mezzi d'opera occorrenti per il sollevamento e il montaggio delle apparecchiature idrauliche e l'esecuzione di tutte le operazioni ausiliarie comprese le saldature e la fornitura dell'energia elettrica;
- i mezzi e gli apparecchi necessari per l'esecuzione di prove e collaudi;
- l'assistenza e la direzione continua degli operai con personale idoneo;
- la gratuita manutenzione delle opere sino a collaudo definitivo;
- la adozione di tutti i presidi per garantire l'incolumità del personale impiegato e di quello addetto alla sorveglianza e alla Direzione Lavori, nonché per evitare danni a beni pubblici e privati;
- la assunzione di ogni responsabilità civile e penale rendendone sollevata la Stazione Appaltante e la Direzione Lavori.

Apparecchiature Idrauliche

Valvole di Ritegno

Le valvole di ritegno sono di norma in ghisa Meehanite, del tipo a battente, a bassa perdita di carico ed a perfetta tenuta, esenti da pericoli di inceppamento, con robusti perni di acciaio inox o adatti bronzi con guarnizioni e sedi di tenuta costruite con i materiali più adatti e di prima qualità.

Le valvole di ritegno possono essere, se richiesto, del tipo Hydro-Stop di prima qualità con chiusura a diaframma elastico per l'attenuazione degli effetti del colpo di ariete.

Sempre se richiesto le valvole di ritegno possono essere del tipo a farfalla, con due flange, con esclusione dei tipi "Wafer". Esse hanno le stesse caratteristiche delle valvole a farfalla di cui al H 20-2-11 e cioè: corpo in ghisa sferoidale, perni INOX, anelli di tenuta in gomma propilenica o equivalente.

Saracinesche

Le saracinesche potranno essere, secondo le prescrizioni che verranno date di volta in volta:

- saracinesche a corpo ovale flangiate in ghisa sferoidale, albero in acciaio inox, con guarnizioni di tenuta in gomma a cuneo gommato in gomma atossica, senza incastro sul fondo; la D.L. può accettare, quando occorra, la versione "piatta" purchè abbia le stesse caratteristiche.
- saracinesche a corpo piatto in ghisa e bronzo del tipo normale;
- valvole a farfalla del tipo con due flange ed a perfetta tenuta;
- altri tipi speciali che verranno descritti di volta in volta.

Sulla saracinesca del T di spurgo dovrà essere sempre applicata una flangia cieca con foro centrale da 1/2" e tappo avvitato.

Se si dovranno posare delle saracinesche interrate, esse dovranno essere verniciate con due mani di catramina e avvolte con fasce lasciando libera solo la parte superiore a partire dal premistoppa.

La continuità elettrica della tubazione dovrà, se necessario, essere mantenuta saldando la saracinesca con uno spezzone di cavo da 16 mmq isolato in PVC con capicorda alle estremità fissati a due bulloni sulle due flange della saracinesca.

Giunti Compensatori

Servono per isolare tratti di tubazioni soggette a vibrazioni che non devono essere trasmessi alle strutture portanti o al resto della tubazione stessa, per compensare allungamenti, tensioni, contrazioni e deformazioni in genere dovute alle variazioni di temperatura, a movimenti anche del terreno, alla deformazioni delle strutture. Sono preferibilmente flangiate e si montano con normali bulloni su flange normalizzate UNI 2223.

Le temperature di esercizio vanno da - 30°C a + 80°C; la pressione di esercizio è 16 kg/cmq e quella di collaudo è di 1.5 volte, e cioè 24 kg/cmq. La corsa per i diametri da $\varnothing$ 200 a $\varnothing$ 400 mm è di almeno + 45 mm e - 35 mm.

Le eventuali parti in gomma o in resina sintetiche devono essere adatte per il contatto prolungato con acqua potabile secondo le normative vigenti emanate dal Ministero della Sanità (Circ. N° 102 e D.M. 21.3.1973) e dagli altri organi competenti.

Manometri

I manometri per la semplice indicazione della pressione dovranno essere con quadrante da 130 mm e con attacco da 1/2" tipo in bagno di glicerina per la protezione dalle brusche variazioni di pressione.

La presa sulla tubazione dovrà essere fatta a valle della valvola di ritegno, con saracinesca di esclusione; fra presa e manometro dovrà essere sempre interposto un tubetto capillare di rame o plastica (diametro interno inferiore a 2 mm) avvolto a spirale della lunghezza di

almeno 2 m per l'attenuazione dei colpi di pressione; la presa del manometro non dovrà mai essere unita a quella del rubinetto di prelievo campioni.

I manometri dovranno essere completi di rubinetto a tre vie.

I manometri registratori dovranno avere diagramma continuo settimanale, avanzamento circa 0.6 cm/ora a caricamento manuale settimanale. Dovranno essere sempre corredati da n°2 pennini, n°3 boccette di inchiostro igroscopico e da n°150 rotoli di carta diagrammale settimanale.

Misuratori di portata

La condotta su cui si è inserito lo strumento dovrà avere una pendenza costante verso l'uscita della cameretta almeno del 3% in modo che lo strumento non si trovi mai in una posizione di vertice che favorisca la formazione di bolle d'aria all'interno dello stesso.

Misuratori magnetici ad induzione

Il misuratore magnetico ad induzione avrà le seguenti caratteristiche:

- esecuzione con elettronica incorporata, std. IP65; rivestimento in gomma dura atossica;
- elettrodi in AISI 316 Ti; temperatura massima di esercizio 80°; precisione tipica +/- 1% del valore misurato; conducibilità minima 5 µS/cm; elettronica realizzata con tecnica a microprocessore avente almeno 20 passi di programma liberamente in campo; uscite: analogica 0/4÷20 mA, impulsiva 24 Vcc. PP; completo di indicatore LCD e tastiera di programmazione; tensione di alimentazione 220 V - 50 Hz; flange di attacco alla tubazione;
- contaimpulsi totalizzatore di portata elettronico, esecuzione per pannello 25*48*64 mm con indicatore LCD a dieci cifre autoalimentato a mezzo batteria incorporata (autonomia 4 anni);
- ingresso da contatto pulito od in tensione max 30 Vcc; registratore su nastro diagrammale continuo mensile con avanzamento di circa 0.6 cm/h, completo di n. 5 pennini e n. 30 rotoli di carta diagrammale mensile.

Pezzi Speciali

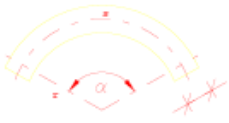
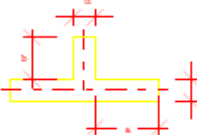
Sono pezzi speciali e vengono compensati con l'apposito prezzo di elenco le curve, i pezzi a T comunque angolati, i raccordi, i tronchetti flangiati, i tronchi di tubazioni rettilinee di misura inferiore a 1 m compresi tra due pezzi speciali, necessari per le deviazioni, le derivazioni, i cambiamenti di diametro ecc. messi in opera all'interno di manufatti, camerette, avampozzi, delle sale di manovra dei serbatoi, degli impianti di sollevamento.

Sono invece comprese nel prezzo a ml di tubo le curve planimetriche o altimetriche di linea, anche se queste sono messe in opera all'interno di manufatti, camerette, ecc...

Nei casi in cui si renda necessario il taglio della tubazione per la inserzione di pezzi speciali, e in genere nella esecuzione di saldature connesse o no ai pezzi speciali, si deve evitare di creare verso la superficie interna del tubo rugosità, o asperità od ovalizzazioni che alterino la sezione del tubo al fine di non accentuare le perdite di carico.

Il prezzo previsto per i pezzi speciali, viene applicato al peso del solo acciaio effettivamente impiegato per confezionare il pezzo a regola d'arte, misurato dopo che siano state eliminate le sbavature o le irregolarità di saldatura.

I pezzi speciali hanno di norma le dimensioni stabilite nel seguente prospetto:

DENOMINAZIONE	SIMBOLO	DIMENSIONE IN mm
CURVA		$s = \left(\pi \times 2R \times \frac{\alpha}{360} \right) + 200$
TI		$a = \frac{D + 400}{2}$ $b = \frac{d + 400}{2}$
MECCO FLANGIATO		$a = D + 100$

Per pezzi speciali diversi da quelli del prospetto, viene in ogni caso esclusa l'adozione di pesi convenzionali dovendosi sempre ricorrere alla pesatura del pezzo non ancora rivestito o comunque protetto.

Dopo la pesatura i pezzi speciali di linea vanno bitumati internamente ed esternamente e fasciati esternamente con vetroflex impregnato di bitume.

Non vengono fasciati esternamente con vetroflex, ma vengono solamente bitumati internamente ed esternamente i pezzi speciali sistemati all'interno delle camerette in genere, nonché all'interno delle camerette avampozzo delle sale di manovra, o messi in opera all'interno di vani in muratura comunque accessibili.

Per le condotte di ghisa sferoidale si usano di norma pezzi speciali dello stesso materiale.

E' facoltà della Direzione Lavori autorizzare l'impiego di pezzi speciali in acciaio per le tubazioni in ghisa sferoidale. E' altresì facoltà della D.L. autorizzare l'impiego di pezzi speciali in acciaio rivestiti internamente con resine epossidiche.

Valvole a Farfalla

Sono assolutamente escluse le valvole tipo "Wafer", o quelle analoghe che, pur essendo dotate di due flange, hanno il perno della lente di otturazione centrato come è caratteristica delle valvole tipo "Wafer".

Le valvole a farfalla sono di norma in esecuzione con due flange e lente di otturazione su perno con doppia eccentricità; hanno anello di tenuta in gomma atossica adatto per acqua potabile, sede di tenuta resistente alla corrosione e all'usura, lente di otturazione di ghisa sferoidale con bassa resistenza al flusso, perni in acciaio inox; bussola dei perni in bronzo o materiale equivalente, tenute sui perni realizzate con "O-Ring".

Il meccanismo operatore manuale è costituito da un riduttore irreversibile con volantino.

A richiesta le valvole a farfalla possono essere motorizzate e comprendono pertanto un motore (elettrico o pneumatico) accoppiato ad un meccanismo riduttore che insieme garantiscano un tempo di chiusura di almeno 150 secondi.

Le motorizzazioni sono racchiuse in scatola stagna con indicatore meccanico di posizione e riduttore a vite irreversibile, resistente alla corrosione.

Le valvole a farfalla motorizzate devono essere provviste di tutti gli occorrenti organi di comando e controllo del movimento di apertura o di chiusura compreso il quadro elettrico.

Valvole automatiche a galleggiante

Servono per non superare un predeterminato livello in un serbatoio. Sono costruite in acciaio o in ghisa protette con verniciature adatte. Hanno sede di otturazione rettificata, albero

dell'otturatore in acciaio inox od equivalente, guarnizione dell'otturatore intercambiabile, dispositivo di apertura e chiusura graduale contro i colpi d'ariete.
L'esecuzione è per PN 16 e PN 25.

Sfiatatoi Automatici

Vanno posati nei punti di colmo della condotta. Sono costituiti con un corpo in ghisa predisposto per il fissaggio e devono consentire la inserzione di una saracinesca o di una valvola a sfera a tenuta d'aria. La fornitura comprende tutti i materiali necessari per il montaggio, il fissaggio, la tenuta, la verniciatura, il basamento in muratura e il sottofondo drenante in ghiaia.

Valvole a clapet

Le valvole clapet sono in esecuzione con telaio flangiato PN 10 o da murare e saranno munite di leva e contrappeso o di coperchio cavo galleggiante.

Esse devono essere in acciaio saldato o ghisa con tenuta in gomma e rivestimento protettivo a base di resine sintetiche.

La sezione può essere quadrata, rettangolare o circolare e la pressione di esercizio non deve superare i 10 m di colonna d'acqua.

Paratoie per acque cariche

Le paratoie sono di sezione circolare, quadrata o rettangolare da fissare alle pareti mediante bulloni di ancoraggio.

Esse devono essere di ghisa con asta salente quando l'asta non deve venire a contatto con il fluido, con asta fissa non salente da utilizzare quando l'asta non deve venire a contatto con il fluido ed in presenza di grandi profondità di installazione oppure con asta fissa quando essa può venire a contatto con il fluido ed in presenza di piccole profondità di installazione. Le superfici di tenuta delle paratoie devono essere resistenti agli agenti aggressivi delle acque cariche.

Per la profondità di installazione si intende la distanza tra il fondo canale od altro manufatto su cui è installata la paratoia ed il piano di comando. L'ingombro massimo in altezza caratterizza la profondità minima di installazione.

Quando la profondità minima è inferiore alla profondità di installazione, è necessario prevedere delle guide dell'asta. La prima guida è da prevedere ad una distanza dal fondo pari a due volte l'altezza della paratoia più 1 m per l'esecuzione con asta salente ed asta non salente, oppure 0,3 m per l'esecuzione con asta fissa. Ulteriori guide dell'asta devono essere disposte ogni 2 m di cui l'ultima deve essere disposta ad una certa distanza dal piano di comando.

Le superfici di tenuta delle paratoie devono essere resistenti agli agenti aggressivi normalmente contenuti negli scarichi civili ed industriali.

I prezzi di elenco per le paratoie compensano anche la fornitura e posa in opera dei dispositivi di comando a seconda del tipo di comando previsto: comando da pozzetto o comando soprasuolo.

I comandi da pozzetto avvengono mediante chiave con o senza cuscinetti a sfera oppure con riduttore ad ingranaggi con comando mediante manovella. Il supporto per comando a chiave è da murare o in chiusino.

I comandi soprasuolo avvengono mediante colonnina a mensola di manovra con madrevite su cuscinetti a rullini e volantino oppure con riduttore ad ingranaggi racchiuso in scatola con manovella.

Per i due tipi di comando devono essere previsti indicatori meccanici di posizione.

Dispositivi di regolazione di portata in canali o tubi a pelo libero

Dovranno essere del tipo non asservito elettricamente ed essere costruiti interamente in acciaio inox AISI 304L.

Si distinguono due tipologie:

- Versione per installazione a monte della sezione di controllo

L'apparecchiatura non richiede l'impiego di energia elettrica e perdite di quota del piano di scorrimento. Il regolatore viene installato direttamente a parete, in corrispondenza della luce di passaggio, nella zona di monte ed ha funzionamento immerso.

Il valore di targa della portata regolata può essere variato entro il 10% semplicemente agendo sulla lunghezza del dispositivo a manovella di trasmissione del movimento del galleggiante e in percentuali più ampie sostituendo la camma di trasmissione.

Il dispositivo è realizzato completamente in acciaio AISI 304L ed è composto da una piastra di fissaggio munita di luce di passaggio sulla quale può scorrere verticalmente la lama di parzializzazione; la lama è fatta scendere da un manovellismo collegato ad un galleggiante, posizionato superiormente alla luce, che scorre anch'esso verticalmente entro una cassa che durante l'evento di piena trattiene l'aria in esso contenuta. Il movimento del galleggiante riduce la luce di passaggio all'aumentare del livello idrico a monte a partire da un valore pari a quello del diametro della tubazione; ciò per consentire la pulizia dai materiali eventualmente depositatisi.

Il sistema è in grado di regolare la portata per livelli d'acqua superiori a quelli di escursione del galleggiante. La costruzione del regolatore deve essere tale da mantenere "a secco" i manovellismi interni anche durante l'evento di piena.

Tutto il sistema deve essere calcolato in modo che la variazione massima della portata regolata sia del 5% rispetto al valore di targa.

- Versione per installazione a valle della sezione di controllo

L'apparecchiatura non richiede l'impiego di energia elettrica e perdite di quota del piano di scorrimento. Il regolatore viene installato in un pozzetto a valle della luce di passaggio ed ha funzionamento "a secco".

Il valore di targa della portata regolata può essere variato semplicemente agendo su di una paratoia posta nella zona di valle dell'apparecchiatura per l'intera ampiezza di campo del modello.

Il dispositivo è realizzato completamente in acciaio AISI 304L ed è composto da una cassa aperta superiormente in cui è collocato un galleggiante che in funzione del livello idraulico all'interno della cassa stessa fa scendere la lama di parzializzazione della luce di ingresso. Il movimento del galleggiante è trasmesso tramite una serie di lavaggi e consente di mantenere costante il livello idrico nella cassa. Il sistema è in grado di regolare la portata per livelli d'acqua fino a 4 m.

Il regolatore è dotato di un sistema automatico per il disintasamento anche durante l'evento di piena che consente l'apertura totale della luce di ingresso e della paratoia di taratura utilizzando il movimento del galleggiante nelle condizioni di intasamento; anche questo dispositivo non richiede l'impiego di energia elettrica.

Tutto il sistema deve essere calcolato in modo che la variazione massima della portata sia del 5% rispetto al valore di targa.

Sistema di autolavaggio automatico delle vasche di prima pioggia

Il sistema di autolavaggio automatico è costituito da una paratoia mobile e relativa cornice di supporto in acciaio inox AISI 304 per ciascuno dei comparti da lavare.

L'apertura della paratoia avverrà dal basso verso l'alto con movimento circolare attorno a due cerniere poste nella parte superiore, mediante sistema idraulico comandato elettricamente (sia automaticamente, sia manualmente).

Il comando elettrico di apertura sequenziale verrà inviato, a svuotamento, alla centralina di comando e controllo, da un galleggiante in acciaio inox AISI 304 situato in prossimità della bocca di deflusso della vasca stessa.

Art. 29 - Vasca di Pioggia

Impianto prefabbricato di sedimentazione e disoleazione a coalescenza, di classe 1, per liquidi leggeri minerali ($< 95 \text{ g/cm}^3$), con contenuto massimo ammissibile di olio residuo di $5,0 \text{ mg/l}$, realizzato con cisterne monolitiche a base circolare costruite in unico getto con calcestruzzo confezionato con cemento tipo II/A-LL 42,5 R, con classe di resistenza C35/45 e classe di esposizione XC4 (resistenza alla corrosione da altri cloruri diversi dall'acqua marina), XS3 (resistenza alla corrosione di cloruri di acqua marina), xd3 (resistenza alla corrosione da altri ambienti chimici aggressivi), XF4 (resistenza all'attacco gelo/disgelo), XA3 (resistenza alla corrosione in ambienti chimici aggressivi), armate con gabbia rigida in acciaio B450C e verificate per carichi stradali ed azioni sismiche secondo il DM 14/01/2008, completo di solette di copertura prefabbricate in cav carrabili, predisposte per ispezioni a passo d'uomo e chiusini in ghisa di classe 400. la cisterna di disoleazione è equipaggiata con filtro a coalescenza rigenerabile, estraibile, lavabile. l'impianto è dimensionato e costruito secondo quanto indicato nel D.Lgs n°152 del 3/4/2006 art. 113 parte III, prodotto, controllato a norma UNI EN 858 e dotato di marcatura CE. L'impianto è costruito da azienda in possesso di certificazione di Sistema di Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:2008 certificato IMCQ.

Art. 30 - TOC

30.1 - Premessa

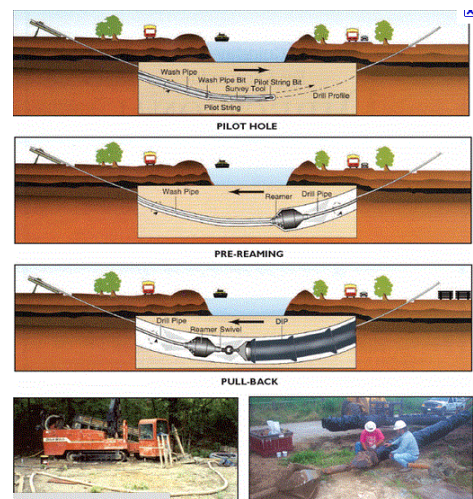
La tecnologia ampiamente utilizzata per la realizzazione di attraversamenti è quella della trivellazione orizzontale controllata (TOC). Tale tecnica permette di realizzare uno scavo in sotterraneo lungo un tratto di tracciato in progetto, evitando l'impatto in superficie di lavori di costruzione nel tratto compreso tra ingresso ed uscita perforazione. Questa metodologia consente di controllare il percorso e la realizzazione di una traiettoria curvilinea compatibile con il raggio di curvatura delle tubazioni da posare e con il profilo plano-altimetrico individuato dal progettista.

Nella presente trattazione passeremo in rassegna vari ambiti che attengono alla progettazione, preparazione ed esecuzione del lavoro, motivando le scelte tecniche ed illustrando le modalità esecutive. Per la valutazione e la realizzazione del lavoro si considereranno:

- Macchinari
- Struttura tecnico operativa per la progettazione e realizzazione;
- Organizzazione del cantiere;
- Preparazione, gestione e smaltimento fanghi di perforazione;
- Procedura di trivellazione orizzontale controllata.

30.2 - Procedura operativa di trivellazione

Le operazioni di trivellazione prevedono la realizzazione di un foro pilota, seguito da una serie di alesature (l'ultima pari ad almeno il diametro del tubo da posare incrementato del 30%), quindi le fasi di pulizia del foro e di tiro della tubazione.



La punta adatta a perforare in una varietà di terreni che va dai terreni coesivi consolidati fino a quelli rocciosi risulta essere il motore a fanghi. Questo tipo di punta opera tramite un sistema rotore-statore che viene alimentato dalla pompa ad alta pressione. Il passaggio del fango bentonitico in pressione attraverso lo statore causa la rotazione del rotore che permette la perforazione e la rotazione del tricono.

Il sistema di guida perforazione dovrà assicurare una guida precisa, sia in senso verticale che in senso orizzontale; si utilizzerà un sistema tipo l'MGS (Magnetic Guidance System).

Detto sistema è costituito da una sonda alloggiata nella punta di perforazione e collegata mediante un cavo elettrico attraverso il quale trasmette i seguenti dati:

- Pendenza rilevata con un inclinometro;
- Orientamento rispetto all'asse di rotazione al fine di conoscere, conseguentemente, l'orientamento della punta e quindi la direzione verso la quale avverrà, in spinta, la deviazione plano-altimetrica;
- La deviazione della direzione di perforazione in corrispondenza della sonda rispetto al Nord magnetico al fine di determinare la direzione in senso planimetrico.

Il sistema prevede una serie di misurazioni successive che permettono di tracciare la traiettoria e decidere le variazioni di direzione desiderate. Per diminuire le eventuali interferenze magnetiche che potrebbero influire negativamente sulla rilevazione dei dati si predispone in superficie un circuito elettrico (Paratrack 2). Alimentando con corrente alternata tale circuito si induce un campo magnetico di intensità nota, superiore a quella dei campi magnetici esistenti.



L'impiego di un software dedicato consente l'interpretazione e la elaborazione dei dati raccolti, superando il problema delle interferenze magnetiche esistenti. Questo circuito elettrico consiste in un cavo posizionato sul piano campagna, teso tra diversi picchetti (o tra chiodi nel caso di asfalto), lungo la proiezione in superficie dell'asse di perforazione o in prossimità di esso. Il cavo normalmente utilizzato è del tipo unipolare isolato da 6 mm², marcato N07K-V, diametro 4.6 mm circa. Detto cavo viene percorso da una corrente alternata a bassa tensione (48Volt), che non risulta pericolosa in caso di contatto accidentale con una persona.

30.3 - Tolleranze di realizzazione

Le tolleranze di realizzazione prendono in considerazione i seguenti fattori:

- La precisione del sistema di guida utilizzato di tipo MGS, Paratrack2 della Vector Magnetics, con la seguente precisione strumentale:

Inclinazione: +/- 0.15°

Azimut: +/- 0.4°

Orientamento della punta: +/- 0.5°

- La precisione e la tipologia del sistema di rilievo generato dal segnale di superficie (campo magnetico artificiale generato in superficie). Il "power supply" alimenta il cavo per generare il campo magnetico ed ha le seguenti caratteristiche:

Input: 85-265 VAC 50-60HZ

Output: 48 VRMS, 7 Amps p-p max.

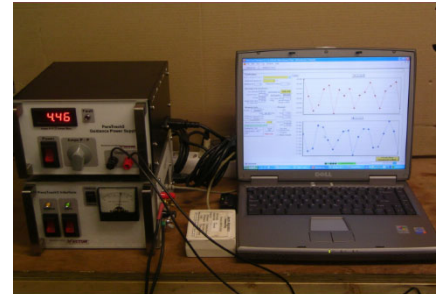


Accuratezza della posizione: $\pm 2\%$ della distanza tra la posizione della sonda in testa di perforazione e il cavo superficiale di generazione del campo magnetico artificiale.

- Tipo di terreno che permette o meno di mantenere la traiettoria desiderata
- Esiste la possibilità che durante le alesature ed il tiro delle tubazioni la posizione rilevata durante il foro cambi leggermente, se il terreno non fosse in grado di contenere le sollecitazioni a cui è sottoposto. Un alesatore potrebbe avere la tendenza a scavare un po', soprattutto in terreni sciolti o molto sciolti, per quanto venga centrato.

Al completamento del foro pilota verrà consegnata alla direzione lavori la traiettoria seguita che dovrà essere approvata prima dell'inizio delle operazioni di prealesatura e tiro tubazione.

La restituzione del posizionamento planimetrico e del profilo trivellato verrà eseguita direttamente dall'interpolazione su un software Autocad dei punti tridimensionali forniti in automatico dal software River Crossing integrato al sistema di guida Paratrack 2 della Vector Magnetics.



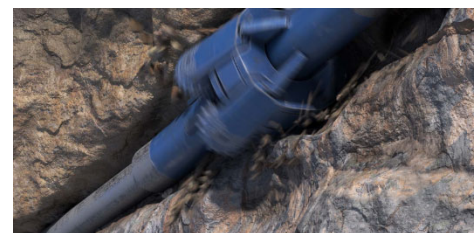
30.4 - Problemi più comuni del foro pilota e loro gestione

Durante la realizzazione del foro pilota sarà monitorato costantemente il ritorno di fango di perforazione nel foro di entrata come riprova del fatto che il foro si sostenga e che il materiale venga asportato dallo stesso. In mancanza di ritorno di fango si prova a fermare l'avanzamento della perforazione fino a quando non si riesca a ripristinare la circolazione del fango, agendo sulle variazioni di portata o di miscela dei prodotti per la preparazione del fango, con la possibilità anche di procedere a ritroso ed effettuare un re-drill. Questo vale in termini generali, sullo specifico occorrerà tarare le lavorazioni successive sulla base del materiale effettivamente incontrato. Talora infatti si possono incontrare impedimenti che necessitano di un diverso approccio come una faglia, un carotaggio aperto, una cavità carsica. In tali casi semplicemente non è possibile recuperare il ritorno di fango. In questo caso particolare il problema principale è rappresentato dal fatto di riuscire a sciogliere l'argilla per portarla fuori. Talora infatti accade che dopo aver triturato con le attrezzature i terreni argillosi, questi si ricompattano e bloccano il percorso perforato e quindi il ritorno di fango, con successivo aumento delle pressioni e possibili frac out.

Prealesature del foro

Una volta terminata la realizzazione del foro pilota, si sostituisce la punta di perforazione con un alesatore delle dimensioni e della tipologia opportuna e si inizia la fase di alesatura mediante rotazione e tiro di detto attrezzo che in caso di terreni sciolti prende nome di "fly cutter", "barrel reamer" oppure "fluted reamer". Riportiamo anche le foto degli alesatori "rock reamer" ed "hole opener". Il loro uso viene raccomandato in perforazioni dove le argille sono molto consolidate, tipicamente con valori di SPT che vanno da 40 in su.

La funzione dell'alesatore è quella allargare il foro e di tagliare il terreno in modo tale che il fango di perforazione, immesso attraverso ugelli presenti nell'alesatore, possa portare lo smarino fuori dal foro. Dietro all'alesatore vengono avvitate le aste di perforazione così da avere sempre aste nel foro. Le aste di perforazione dovranno quindi essere trasportate continuamente dal cantiere lato macchina, dove vengono estratte dal foro, al cantiere lato tubazione dove vengono inserite in coda.





La scelta del tipo di alesatore potrà essere cambiata durante le lavorazioni in funzione della risposta del terreno agli attrezzi utilizzati. I fanghi di perforazione hanno, tra le altre, la funzione di portare fuori il materiale di smarino. In fase di foro pilota i fanghi di perforazione riemergono a piano campagna a lato ingresso. Dopo la realizzazione del foro pilota, con l'inizio delle alesature, i fanghi vengono a giorno in exit. Occorre pertanto riportare i fanghi dall'exit all'entry per le operazioni di dissabbiamento, controllo e reimmissione nel circuito.

Posa tubazioni e catenaria di varo

La posa della tubazione avverrà mediante il tiro della stessa lungo una catenaria di varo. I dati della catenaria, se richiesti, verranno indicati dopo l'effettiva esecuzione del foro pilota

Procedura per il recupero della tubazione in caso di bloccaggio

Abitualmente, durante le fasi di alesatura, si pone molta attenzione al ritorno dei fanghi in modo da assicurarsi che la quasi totalità del materiale teorico di smarino venga portato all'esterno del foro. In fase di tiro potrebbero venirsi a creare delle situazioni di instabilità del foro che potrebbero causare l'aumento della forza di tiro al di sopra di quanto ritenuto ammissibile e, quindi, richiederebbero lo sfilaggio della tubazione già inserita.



A tale scopo vengono resi disponibili degli escavatori che posizionandosi lungo la catenaria di varo, possono provare ad estrarre il tubo con l'ausilio della trivella che spinga un po'. Qualora questo non sortisca esito positivo rimane che spostare il rig di perforazione a lato uscita, tagliare il tubo vicino alla fossa di uscita perforazione, saldare una testa di tiro ed usare il rig stesso per sbloccare la tubazione.

Procedura per il recupero della tubazione in caso di bloccaggio

Abitualmente, durante le fasi di alesatura, si pone molta attenzione al ritorno dei fanghi in modo da assicurarsi che la quasi totalità del materiale teorico di smarino venga portato all'esterno del foro. Anche dopo aver eseguito in modo adeguato le operazioni di cantiere sopra descritte, in fase di tiro potrebbero venirsi a creare delle situazioni di instabilità del foro che potrebbero causare l'aumento della forza di tiro al di sopra di quanto ritenuto ammissibile e, quindi, richiederebbero lo sfilaggio della tubazione già inserita.

30.5 - Dati di progetto e verifiche

Con riferimento alla tipologia di tubazione, alla lunghezza del tiro, alle caratteristiche dei terreni si provvederà alla stima del tiro atteso e ad una verifica di stress analysis sulla tubazione (nel caso di specie si evidenzia come per la tubazione in ghisa sia stata prevista la classe C75 in luogo della C50, che garantisce maggiori valori del tiro (v. Capitolo 18).

30.6 - Struttura tecnico operativa per la realizzazione

La struttura prevista per l'ausilio alla progettazione e realizzazione del lavoro è composta da personale esperto che opera esclusivamente nel campo delle perforazioni teleguidate da anni.

Per la realizzazione ci si avvarrà della seguente squadra:

- n° 1 impiegato tecnico con funzione di responsabile della commessa
- n° 1 operatore con funzione di capocantiere
- n° 1 operatore macchina di perforazione con esperienza pluridecennale nel settore
- n° 1 mud engineer addetto alla miscelazione e ricircolo, accreditato al corso indetto dalla Halliburton-Baroid o MI Swaco per fanghi di perforazione
- n° 4 operai di supporto alla macchina di perforazione con esperienza di cantieri per T.O.C.
- n° 1 tecnico per la guida del foro pilota con sistema di magnetico
- n° 1 addetti primo soccorso

30.7 - Macchinari e attrezzature

Le attrezzature previste sono le seguenti:

- Macchina di trivellazione
- Automatic break out unit
- Pompa ad alta pressione, fino a 2800 l/m a 70 bars, full elettrica.
- Sistema di trattamento fanghi di tipo "centrifuga".
- Aste di perforazione d
- Sistema di guida
- Pompe
- Miscelatore
- Dissabbiatore
- Storage da 28 cubi
- Autocarro con gru
- Escavatore idraulico
- Gruppo elettrogeno

30.8 - Programma di controllo dell'efficienza qualitativa dell'impianto di trivellazione

I macchinari di trivellazione sono sottoposti a manutenzioni periodiche come da manuale del fabbricante, e ogni qualvolta si evidenzia una rottura o malfunzionamento viene eseguita la

riparazione con pezzi originali. I macchinari sono inseriti nell'elenco mezzi ed attrezzature e gestiti secondo il sistema qualità aziendale certificato secondo la norma ISO 9001:2000.

30.9 - Organizzazione del cantiere

Nelle aree cantiere sarà rimosso il terreno vegetale superficiale e stoccarlo temporaneamente in modo tale che possa essere recuperato a fine lavoro per ripristinare la situazione originale. Tutta l'area cantiere sarà recintata e segnalata con opportuna segnaletica.

Gli accessi saranno predisposti in modo tale da poter permettere il passaggio di bilici e gru per lo scarico dei macchinari e saranno posizionati il più distante possibile dall'asse di perforazione.

30.10 Area cantiere lato inizio perforazione

L'area dovrà contenere i seguenti elementi:

- rig di perforazione di dimensioni 16 m x 3,5 m
- impianto di ricircolo di dimensioni di 7,5 mx 2,5 m
- area di stoccaggio fanghi di perforazione da ricircolare
- area per stoccaggio aste di perforazione di dimensioni
- area per stoccaggio prodotti per fanghi di perforazione
- servizi igienici
- zone di manovra
- pompa di trasferimento acqua e fango
- generatori

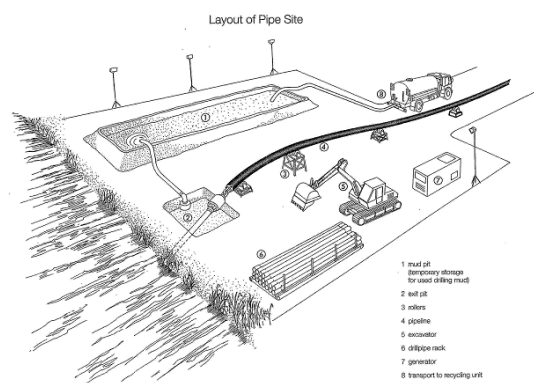
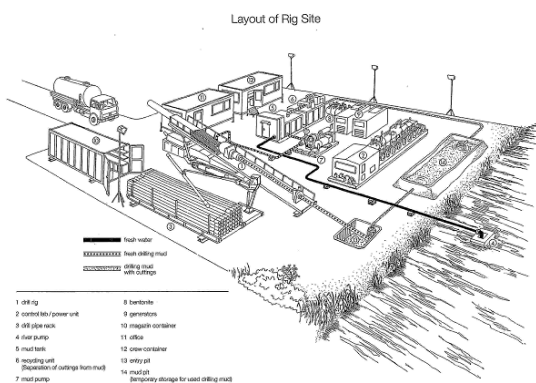
La distribuzione planimetrica dei vari macchinari e vasche verrà realizzata considerando:

- la circolazione del fluido di perforazione che avviene come segue: acqua/fango – ricircolo/miscelazione – pompa da alta pressione – rig/aste
- lo stoccaggio fanghi sarà alimentato sia dalla buca di inizio perforazione che dalla tubazione che manda fango dal lato uscita tramite pompaggio

30.11 - Area cantiere lato fine perforazione

L'area cantiere lato uscita contiene abitualmente i seguenti elementi:

- vasche di stoccaggio fanghi
- pompa di trasferimento acqua e fango
- generatori
- un escavatore
- uno stoccaggio di aste di perforazione per le alesature



30.12 - Fanghi di perforazione

20.12.1 - Utilità dei fanghi di perforazione

I fanghi di perforazione sono indispensabili per la realizzazione della trivellazioni e posa tubazioni con HDD per le seguenti ragioni:

- Trasportano all'esterno del foro il materiale di risulta della perforazione: per assolvere a tale funzione il fango di perforazione deve avere una capacità di trasporto che è funzione del terreno da trasportare, dell'acqua utilizzata per la miscelazione, e della velocità del fango all'interno del foro;
- Consolidano le pareti del foro: per assolvere a tale funzione il fango deve potere esercitare azione di inibizione / controllo della filtrazione attraverso le pareti del foro in funzione del tipo di materiale presente e della grandezza del foro da realizzare;
- Raffreddano la sonda di perforazione: per assolvere a tale funzione deve esserci sempre circolazione di fango di perforazione durante il foro pilota;
- Diminuiscono l'attrito delle tubazioni lungo le pareti del foro: per assolvere a tale funzione verranno addizionati additivi particolari durante la fase di tiro.

Durante tutte le fasi delle lavorazioni i fanghi vengono confinati all'interno di buche eseguite nel terreno e rivestite con teli in PE per evitare il contatto tra il terreno e i fanghi, le uniche buche che non verranno rivestite saranno quelle di entrata e uscita perforazione, dove il passaggio dell'asta rende impossibile la separazione.

30.12.2 - Prodotti di miscelazione per fanghi di perforazione

I prodotti di miscelazione abitualmente utilizzati sono i seguenti commercializzati dalla Halliburton o dalla M I SWACO.

Oltre all'utilizzo di bentonite sodiche di base, a seconda della necessità, si provvede all'utilizzo di polimeri/resine chimiche o naturali per incrementare le caratteristiche necessarie del fango. I nomi commerciali dei prodotti normalmente utilizzati sono i seguenti:

- **Bentonite** sodica tipo Max Gel
- **Polipac R.** Questo polimero è una cellulosa polianionica la cui funzione è molteplice e spazia dalla riduzione del filtrato, con formazione di filter cake, all'incremento della viscosità del fango, all'incapsulamento delle argille.
- **Soda ash.** La soda ha varie funzioni. In particolare serve, in caso di contesti neutri o acidi, ad innalzare nel campo alcalino il pH del fango di perforazione. Facendo precipitare gli ioni di calcio in eccesso crea un ambiente favorevole alla miscelazione della bentonite e dei polimeri che si disperdono senza aggregarsi.
- **Duovis.** Si tratta di un biopolimero ad alto peso molecolare, composto da gomma di Xanthan, la cui funzione è di aumentare la capacità di trasporto del fango di perforazione
- **Prodotti LCM** (lost circulation material) nel caso in cui non fosse possibile recuperare il ritorno di fanghi con altri metodi vi sono una serie di prodotti da miscelare il cui obiettivo è quello di creare un plug, dei ponti, di richiudere il terreno dopo che è stato rotto. Questa non è sempre una operazione immediata e ci può volere qualche ora.
- **Drilplex.** E' un viscosizzante non polimerico in grado di aumentare la capacità di trasporto dei cuttings, sia in fase statica che dinamica. Quando il moto cessa prevale il comportamento di gel che mantiene in sospensione. Quando è applicato in moto la struttura si rompe e tixotropicamente si ha bassa viscosità.
- **Floplex.** Garantisce il controllo del filtrato in un fango basato sul DrilPlex. Gli additivi tradizionali danneggiano la reologia del DrilPlex. Nel caso specifico si utilizza il FloPlex in abbinamento, facendo attenzione alla durezza dell'acqua cui il FloPlex è sensibile.

La miscela base del fango potrebbe essere composta da bentonite, soda, Polipac R e Duovis.

30.13 - Prove durante le lavorazioni

Prima e durante l'esecuzione della perforazione saranno misurate dal Mud Engineer, e comunicato al Site engineer del Committente, le seguenti grandezze relative ai fanghi di perforazione:

- PH dell'acqua utilizzata per la miscelazione al fine di rendere più facile la miscelazione dei vari prodotti;
- Capacità di trasporto mediante reometro;
- Creazione dello strato filtrante mediante filtro pressa;
- Peso per determinare il contenuto di solidi in ingresso e in uscita dalla perforazione e in ingresso e in uscita dall'impianto di ricircolo. Detta misura permette di valutare la quantità di solidi estratta dal foro e quindi la quantità di fanghi da immettere per asportare tutto il materiale previsto.
- Viscosità con il Marsh funnel per non sovraccaricare la pompa ad alta pressione

30.14 - Ricircolo e smaltimento dei fanghi

Durante le lavorazioni i fanghi vengono immessi nel terreno dalla pompa ad alta pressione tramite le aste di perforazione; vicino alla punta si mescolano con il materiale perforato e tendenzialmente tornano in superficie seguendo il foro trivellato. Dalla vasca di raccolta vengono nuovamente aspirati, quindi trasferiti all'impianto apposito di vibrovagliatura, trattati e reimmessi in circolo dopo la valutazione delle corrette proprietà reologiche. Durante la fase di foro pilota i fanghi di perforazione escono nella vasca di raccolta lato entry; invece quando il foro pilota termina e si raggiunge la fine perforazione, con l'inizio della successiva fase di alesatura, i fanghi tendono ad uscire in exit. Occorre allora trasportarli dall'exit all'entry, dove si trovano il rig ed il dissabbiatore.

Potrà essere presente un impianto di tipo centrifuga da 60 m³/h.

Dopo il tiro della tubazione occorrerà procedere allo smaltimento dei fanghi di perforazione secondo i criteri di legge, affidandosi ad un trasportatore e ad uno smaltitore autorizzati a trattare i corretti codici CER, in grado di fornire analisi merceologiche del fango ed i formulari di presa in carico del rifiuto e del corretto smaltimento avvenuto. Le quantità di fango previste in perforazioni come queste in argilla sono tali da ritenere imprescindibile l'utilizzo di filtropresse o centrifughe durante le lavorazioni stesse.

Le fuoriuscite di fango incontrollate al di fuori delle buche di inizio e fine perforazione sono dette frac out. Per ovviare a questa eventualità si metterà in campo una strategia a diversi livelli:

- in primis con l'utilizzo dei fanghi di perforazione adeguati,
- cercando poi di fare un foro grande che massimizzi l'annulus attorno alle aste riducendo le velocità di flusso,
- avanzando con prudenza al minimo accenno di pressione nel foro e quindi procedendo con un redrill (riperforare) dopo aver sfilato.

Qualora questo non fosse sufficiente e si verificasse ugualmente un frac out la procedura di intervento sarà necessariamente collegata al caso specifico e sarà gestita in accordo al Piano di Sicurezza. Uno sversamento in superficie richiederà di isolare la fuoriuscita, sigillarla con dei teli di plastica e recuperare il fango stesso pompandolo in cantiere mediante una tubazione temporanea o un autospurgo. La lavorazione più critica dal punto di vista del rischio frac out risulta essere il foro pilota. Le lavorazioni successive tendono ad allargare il foro e diminuire le pressioni.

Art. 31 - Attività di videoispezione

L'ispezione televisiva dovrà essere eseguita mediante telecamera montata su carrello mobile filoguidato collegato ad una stazione per l'elaborazione dei dati acquisiti. L'ispezione televisiva dovrà individuare lo stato di degrado generale e particolare della tubazione.

Un sistema di illuminazione dovrà consentire la visione dell'intera superficie interna della condotta. La telecamera sarà in grado di produrre un filmato a colori in alta risoluzione e sarà dotata di sistema d'illuminazione integrata a 60 Watt, campo di oscillazione pari a 90° e angolo di rotazione oltre i 360°. L'unità dovrà prevedere anche la presenza di una telecamera retrovisiva per poter osservare in direzione del punto di ingresso. I dati acquisiti saranno registrati su chiavetta, riportando su un documento di report fotografie in alta definizione dei particolari di maggior interesse, correlate da relazioni planoaltimetriche schematiche in scala. Il sistema d'ispezione sarà in grado di desumere le caratteristiche geometriche delle tubazioni rilevate: grado di ovalizzazione, diametro, punti singolari critici e livello di degrado, per mezzo della strumentazione laser installata in testa alla telecamera che permetterà di eseguire una rilevazione delle caratteristiche geometriche della sezione.

Il sistema presenta al suo interno un dispositivo automatico di rilievo della pendenza ad elevata frequenza che permette, una volta terminata la videoispezione del tratto, di ricostruire l'andamento altimetrico della condotta. Il sistema di videoispezione sarà installato su mezzo furgonato allestito su misura per l'esecuzione di tale attività.

