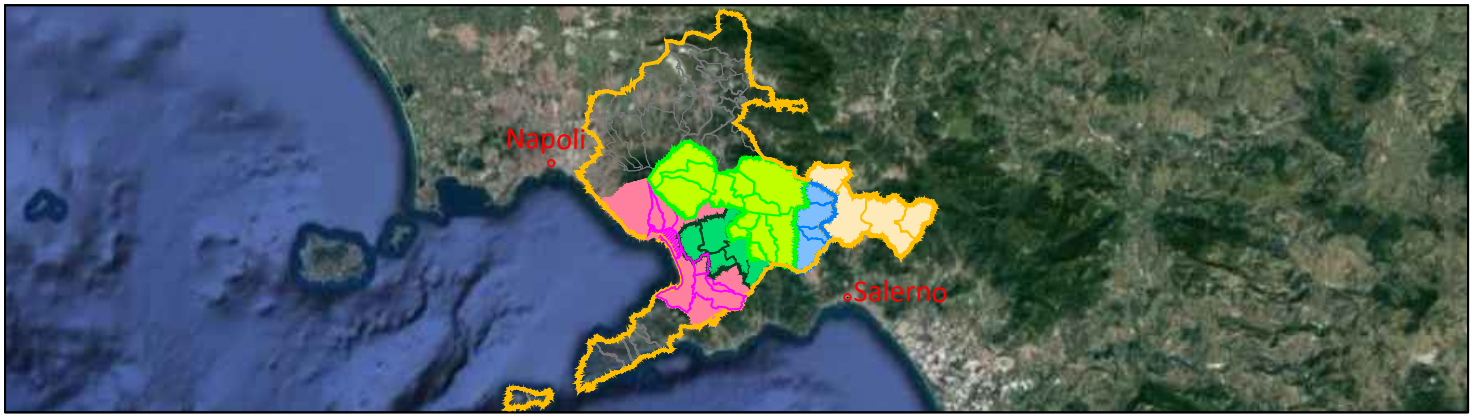
Protocollo d'intesa del 05 Agosto 2020
Regione Campania - Ente idrico campano - Gori Spa
Completamento degli interventi fognario-depurativo del bacino idrografico del fiume Sarno ricadenti nell'Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano di cui alla L.R. n. 15/2015



Comprensorio Depurativo Foce Sarno

Rete interna Torre Annunziata - progetto di completamento

UNITA' INVESTMENT, PROGRAM & SERVICES

INGEGNERIA
Il Responsabile
Ing. Giuseppina Riccio

INT. 72I8

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato: H.2.2

Scala: /

Titolo:

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Tubazioni

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Giugno 2023			

Esecuzione delle Opere	Prestazioni Specialistiche	Il Progettista	Il R.U.P.
		Prof. Ing. Giovanni Perillo	Ing. Fabrizio Chiocchio

Dott. Ing. GIOVANNI PERILLO ORDINE INGEGNERI CASERTA n.1504

Il presente progetto è protetto a termini di legge.

INDICE

Cap.1 Qualità e Provenienza dei Materiali 1

Art.1 Generalità 1
Art.2 Accettazione delle tubazioni 1
Art.3 Rivestimento interno 2
Art.4 Tipi di giunti 2
Art.5 Apparecchiature idrauliche 2
Art.6 Tubazioni in ghisa sferoidale 3
Art.7 Tubazioni e pezzi speciali in acciaio 11
Art.8 Tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox 12
Art.9 Tubazioni in PVC 13
Art.10 Tubazioni in PEAD per condotte in pressione 16
Art.11 Tubazioni in poliestere rinforzato con fibra di vetro - PRFV 18

Cap.2 Costruzione delle condotte in genere 22

Art.12 Movimentazione e posa delle tubazioni 22
Art.13 Scavo per la tubazione 23
Art.14 Posa della tubazione 24
Art.15 Attraversamenti e parallelismi 27
Art.16 Rinterro 28

Cap.3 Costruzione dei vari tipi di condotta 29

Art.17 Costruzione delle condotte in ghisa sferoidale 29
Art.18 Costruzione delle condotte in PVC 35
Art.19 Costruzione delle condotte in P.R.F.V. 40
Art.20 Collaudo delle tubazioni 42

Cap.4 Accessori 49

Art.21 Chiusini in ghisa sferoidale 49
Art.22 Pozzetti 50

Premessa

Il presente Disciplinare ha lo scopo di precisare, sulla base delle caratteristiche e specifiche tecniche dei materiali, i contenuti prestazionali delle tubazioni e dei pezzi speciali previsti in progetto. Per quanto riguarda i criteri da osservare nella costruzione, nel collaudo delle tubazioni e degli elementi che le costituiscono si fa riferimento alle norme tecniche emanate con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12.12.1985, pubblicato sulla G.U. n.61 del 14.03.1986, circolare 27291 del 20/03/1986 e successive modificazioni od integrazioni, quando siano meno restrittive delle norme fissate nel presente Disciplinare. Qualora gli esiti dei collaudi non fossero soddisfacenti, sarà in facoltà della D.L. ordinare ispezioni televisive delle tratte interessate a cura e spese dell'Appaltatore. Il Disciplinare contiene, pertanto, la descrizione delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dei materiali e dei componenti previsti in progetto, nonché i riferimenti normativi, le prove, le norme di accettazione e le modalità di fornitura, approntamento, trasporto, stoccaggio e posa in opera. Tali procedure dovranno essere correttamente espletate secondo quanto disposto dal presente Disciplinare, non essendo ammessi materiali non espressamente previsti e soggetti a tali norme e regole.

Cap.1 Qualità e Provenienza dei Materiali

Art.1 Generalità

Per le tubazioni e i pezzi speciali valgono le disposizioni del capitolo "Materiali da costruzione" del disciplinare relativo alle opere civili (Elaborato H1).
Le prescrizioni di questo capitolo si applicano a tutte le tubazioni in generale.

Art.2 Accettazione delle tubazioni

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo disciplinare nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del D.M. 6 aprile 2004, n. 174 “Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano” nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n.27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili. Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature.
Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la norma di riferimento, la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione. La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori. Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme UNI EN 10311:2005 (*Giunzioni per la connessione di tubi e raccordi di acciaio per il trasporto di acqua e altri liquidi acquosi*), UNI EN 10312:2007 (*Tubi saldati di acciaio*

inossidabile per il convogliamento dell'acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura), UNI EN 1124-1:2005 (*Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Parte 1: Requisiti, prove e controllo della qualità*), UNI EN 1124-2:2008 (*Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Parte 2: Sistema S – Dimensioni*), UNI EN 1124-3:2008 (*Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Parte 3: Sistemi X – Dimensioni*), UNI EN 10224:2006 (*Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura*), UNI EN 13160-1:2004 (*Sistemi di rivelazione delle perdite - Principi generali*). Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art.3 Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.
Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

Art.4 Tipi di giunti

Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni (acciaio, ghisa, ecc.), potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti:

- Giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo la norma UNI EN 1092-1:2013.
- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI EN 1092-1:2013.
- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI EN 1092-1:2013.
- Giunto Victaulic, automatico (che è di rapido montaggio e smontaggio, particolarmente indicato per condotte provvisorie e per tracciati accidentali).
- Giunto Gibault (o simili, come Dresser, Viking-Johnson), costituito da un manicotto (botticella) e da due flangie in ghisa, da bulloni di collegamento in ferro e da due anelli di gomma a sezione circolare, da impiegare per la giunzione di tubi con estremità lisce.

Art.5 Apparecchiature idrauliche

Le apparecchiature idrauliche dovranno corrispondere alle caratteristiche e requisiti di accettazione delle vigenti norme UNI. Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà esibire, entro un mese dalla data della consegna (o della prima consegna parziale) dei lavori e comunicando il nominativo della ditta costruttrice, i loro prototipi che la Direzione dei Lavori, se li ritenga idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Appaltatore. L'accettazione delle apparecchiature da parte della Direzione dei Lavori non esonera l'Appaltatore dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Art.6 Tubazioni in ghisa sferoidale

Generalità

Il presente paragrafo specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni in ghisa sferoidale, nel campo della distribuzione dell'acqua per uso umano e si applica ai tubi in ghisa sferoidale, raccordi, valvole, loro giunzioni ed accessori e a raccordi con altri componenti di altri materiali e relativi accessori.

Le tubazioni ed i pezzi speciali in ghisa sferoidale centrifugata e ricotta dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Normativa di riferimento

Fanno parte integrante del presente disciplinare, seppur non materialmente allegate, le seguenti norme richiamate e i relativi aggiornamenti:

- UNI EN 598:2009 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura - Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN 681:2006 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico delle acque. Gomma vulcanizzata;
- UNI EN 15189:2007 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi - Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN 14628:2006 - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di polietilene per tubi - Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN 14901:2006 - Tubazioni, raccordi e accessori di ghisa duttile - Rivestimento epossidico (rinforzato) dei raccordi e degli accessori di ghisa duttile - Requisiti e metodi di prova;
- UNI ISO 8180:1986 - Condotte di ghisa sferoidale. Manicotto di polietilene;
- UNI 9163:2010 - Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione - Giunto elastico automatico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto;
- UNI EN 10204 :2005 Prodotti metallici – Tipi di documento di controllo;
- UNI ISO 10802 :1994 Prove idrostatiche dopo posa – Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale;

Caratteristiche costruttive

I tubi, i raccordi e gli accessori in ghisa sferoidale potranno essere in getti ottenuti con qualsiasi procedimento di fonderia, oppure fabbricati a partire da componenti in getti.

I tubi, i raccordi e gli accessori in ghisa sferoidale dovranno rispettare le prescrizioni tecniche ed i prospetti dimensionali della norma UNI EN 598 inerenti materiali, dimensioni, tolleranze, caratteristiche meccaniche, prestazioni, ecc.

Dovranno avere caratteristiche dimensionali e meccaniche conformi alle norme UNI EN 598 del 2009, ed in particolare dovranno corrispondere alla classe di spessore K9.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: 42 daN/mmq
- allungamento minimo a rottura: 10%
- durezza Brinell: ≤ 230 HB

Internamente dovranno essere rivestite di malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione, ed esternamente saranno rivestite con uno strato di zinco di 200 g/mq applicato per metallizzazione, ricoperto da uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resine sintetiche compatibile con lo zinco, secondo le norme UNI EN 598:2009 ed ISO 8179.
La lunghezza utile dovrà essere la seguente:

- per diametri nominali fino a 600 mm incluso: 6 m;
- per diametri nominali oltre i 600 mm: 6,7 o 8 m;

La giunzione delle tubazioni potrà avvenire con giunto elastico automatico rapido con guarnizioni a profilo divergente, conformi alla norma UNI 9163, o con giunto elastico meccanico "Express" secondo le norme UNI 9164 o ancora del tipo automatico antisfilamento, secondo quanto indicato negli elaborati di progetto. Le pressioni ammissibili dei tubi e dei raccordi devono essere quelle fornite nell'appendice A della UNI EN 598. Tutti i tubi ed i raccordi devono essere sottoposti a prova secondo il paragrafo 6.5 della norma UNI EN 598, e non devono mostrare perdite visibili o trasudamenti, né alcun segno di cedimento.
I tubi potranno essere muniti dei seguenti tipi di giunti:

- giunti elastici;
- giunti elastici antisfilamento;
- giunti a flangia.

Per quanto riguarda i requisiti di prestazione dei giunti, dovranno essere rispettate le prescrizioni della già citata norma UNI EN 598.

Giunti elastici

I tubi ed i raccordi con giunti elastici devono essere conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 598, per quanto concerne il diametro esterno dell'estremità liscia e le tolleranze. Ciò comporta la possibilità di interconnessione tra componenti dotati di differenti tipi di giunti elastici. I giunti elastici, in pratica giunti a bicchiere con guarnizione in gomma, debbono consentire piccoli spostamenti angolari e longitudinali del tubo senza che venga meno la perfetta tenuta.
La deviazione angolare ammissibile deve essere dichiarata dal fabbricante, e non deve essere minore di:

- 3° 30' da DN40 a DN300
- 2° 30' da DN350 a DN600
- 1° 30' da DN700 a DN2000.

Anche il gioco assiale ammissibile deve essere dichiarato dal fabbricante.
I giunti elastici potranno essere a serraggio meccanico o a serraggio automatico:

- giunto elastico a serraggio meccanico: il bicchiere termina con una flangia e la tenuta viene ottenuta con una guarnizione di gomma che viene stretta contro la sede nel bicchiere mediante una controflangia che dovrà proteggere i bulloni dal contatto diretto con il terreno di posa. L'operatore dovrà pulire accuratamente il bicchiere e l'estremità liscia del tubo,

passare all'interno del bicchiere e all'esterno dell'estremità liscia del tubo una pasta lubrificante, poi infilare dal lato dell'estremità liscia del tubo da installare prima la controflangia e poi la guarnizione, infine il tubo da installare viene spinto entro il bicchiere e tenendolo contratto si spinge la controflangia verso il bicchiere del tubo già installato; infilando poi i bulloni ed i relativi dadi nei fori costituiti alla bisogna nella controflangia e serrandoli a mezzo di una chiave dinamometrica in opportuna sequenza in croce secondo le coppie di serraggio indicate dal Fabbricante, si ottiene lo schiacciamento della guarnizione contro la sua sede nel bicchiere e contro la parete esterna del tubo. In ogni caso l'estremità del tubo non dovrà toccare il fondo del bicchiere ma tenersene scostato per consentire eventuali deviazioni.

- giunto elastico a serraggio automatico - la tenuta è ottenuta automaticamente attraverso la forma della guarnizione che è bloccata in una sede apposita nel bicchiere. La guarnizione quindi non viene infilata nel tubo da installare come nei casi del giunto a serraggio meccanico, ma nel bicchiere del tubo già posato avendo cura di cospargere il bicchiere, la guarnizione e l'estremità del tubo da installare con idonea pasta lubrificante.

Giunti elastici antisfilamento

Lo scostamento angolare ammissibile dichiarato dal fabbricante deve risultare non minore della metà di quello indicato per i giunti elastici dalla norma UNI EN 598.

Giunti a flangia

Le flange dovranno essere fabbricate in modo da poter essere collegate con flange le cui dimensioni e tolleranze siano conformi alla norma EN 1092-2. Ciò assicura l'interconnessione tra tutti i componenti flangiati (tubi, raccordi, valvole, ecc.) della stessa PN e dello stesso DN, nonché una adeguata prestazione del giunto. I bulloni ed i dadi devono essere almeno conformi alle prescrizioni della norma EN ISO 4016:2000 e della EN ISO 4034:2000, grado 4.6. Quando applicabile, le rondelle devono essere conformi alla EN ISO 7091. Il fabbricante deve precisare nei suoi cataloghi se i suoi prodotti sono normalmente forniti con flange fisse o con flange orientabili, anche se tale elemento non ha influenza sull'interconnessione. Le guarnizioni dei giunti a flangia possono essere fra quelle indicate nella norma EN 1514. Qualora per le guarnizioni dovessero essere per necessità costituite da materiale diverso dalla gomma, tale materiale dovrà risultare conforme alla corrispondente norma europea oppure, in assenza di questa, alla corrispondente norma ISO.

Prescrizioni relative alla resistenza

Per quanto concerne le caratteristiche meccaniche del materiale, dovranno essere garantite le seguenti:

- Resistenza a trazione minima Rm 420 Mpa
- Allungamento minimo dopo rottura A:
  - Da DN40 a DN1000:
    - 10 % per tubi centrifugati
    - 5 % per tubi non centrifugati, raccordi, accessori

  - Da DN 1100 a DN 2000:
    - 7 % per tubi centrifugati
    - 5 % per tubi non centrifugati, raccordi, accessori
- Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità 0,2%:
  - ≥ 270 Mpa, con A > 12%, per DN da 40 a 1000, con A > 10%, per DN superiori a 1000
  - ≥ 300 Mpa, negli altri casi.
- Durezza Brinell [HB]:
  - ≤ 230 per i tubi
  - ≤ 250 per raccordi e accessori

I tubi potranno essere fabbricati con procedimento scelto dalla ditta fornitrice purché rispondano alle caratteristiche specificate nelle presenti istruzioni.

Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

Rivestimenti interni ed esterni per tubi

Se non diversamente specificato tutti i tubi devono essere forniti:

- con un rivestimento esterno di zinco metallico con strato di finitura, conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 598;
- con un rivestimento interno in malta cementizia, conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 598.

In relazione alle condizioni di impiego esterne ed interne (UNI EN 598:2009), può altresì essere richiesta nel capitolato speciale d'appalto la fornitura di tubi con rivestimenti diversi da quelli sopraindicati e compresi tra quelli seguenti:

1. Rivestimenti esterni:

- rivestimento di vernice ricca di zinco avente una massa non minore di 150g/mq con strato di finitura;
- rivestimento rinforzato di zinco avente una massa non minore di 200g/mq con strato di finitura;
- rivestimento con manicotto di polietilene (in aggiunta al rivestimento di zinco con strato di finitura); tale rivestimento dovrà essere conforme alla norma UNI ISO 8180:1986.
- rivestimento di zinco-alluminio (85 Zn – 15 Al) avente una massa non minore di 400g/mq con strato di finitura;
- rivestimento in polietilene estruso, applicato in conformità alla norma UNI EN 14628;
- rivestimento in poliuretano, applicato in conformità alla norma UNI EN 15189;
- rivestimento in malta di cemento rinforzata in accordo con il prEN 15542;
- nastro adesivo.

2. Rivestimenti interni:

- vernice bituminosa;
- rivestimento di malta cementizia rinforzato;
- rivestimento di malta cementizia con strato di sigillatura (seal coat);
- rivestimento in poliuretano.

3. Rivestimento della zona di giunzione:
- resina epossidica;
- rivestimento in poliuretano.

Tali rivestimenti esterni ed interni devono essere conformi alle corrispondenti norme europee oppure, ove non esistano norme europee, a norme nazionali o a norme ISO, oppure ad una specifica tecnica concordata in assenza di norme generali. Per i rivestimenti indicati in c), qualora sussista l'accordo tra stazione appaltante e, per il tramite dell'appaltatore, il fabbricante, lo scostamento superiore limite sul diametro esterno dell'estremità liscia rivestita può essere maggiore di quello indicato dalla norma UNI EN 598, a condizione che sia assicurata l'interconnessione dei prodotti. Tutti i rivestimenti interni devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 598, oltre che alle eventuali ulteriori prescrizioni di capitolato speciale d'appalto.

a) <u>Rivestimenti interni ed esterni per i raccordi e gli accessori</u>

Se non diversamente specificato, tutti gli accessori ed i raccordi dovranno essere forniti con un rivestimento interno ed esterno di vernice, conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 545. In relazione alle condizioni di impiego esterne ed interne (UNI EN598:2009), può altresì essere richiesta nel capitolato speciale d'appalto la fornitura di raccordi ed accessori con rivestimenti diversi da quelli sopraindicati e compresi tra quelli seguenti

1. Rivestimenti esterni:
- rivestimento di vernice ricca di zinco con strato di finitura;
- rivestimento con manicotto di polietilene (in aggiunta al rivestimento di zinco con strato di finitura) tale rivestimento dovrà essere conforme alla norma UNI ISO 8180:1986;
- rivestimento elettrodepositato rinforzato con uno spessore minimo di 50 µm, applicato su una superficie granigliata e fosfatata;
- nastro adesivo;
- rivestimento epossidico.

2. Rivestimenti interni:
- rivestimento di malta cementizia rinforzato;
- rivestimento di malta cementizia con mano di riempimento (seal coat);
- rivestimento elettrodepositato rinforzato con uno spessore minimo di 50 µm, applicato su una superficie granigliata e fosfatata;
- rivestimento in poliuretano;
- rivestimento in smalto;
- rivestimento epossidico.

Tali rivestimenti esterni ed interni devono essere conformi alle corrispondenti norme europee oppure, ove non esistano norme europee, a norme nazionali o a norme ISO, oppure ad una specifica tecnica concordata in assenza di norme generali. Tutti i rivestimenti interni devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 598. In ogni caso, qualora il rivestimento esterno dei tubi sia in zinco-alluminio avente massa minima di 400 gr/mq, i raccordi e gli accessori in ghisa sferoidale da utilizzare con detti tubi dovranno essere muniti di un

rivestimento esterno di vernice epossidica conforme alla UNI EN 14901.
Qualora invece il rivestimento esterno dei tubi sia del tipo in polietilene estruso o del tipo poliuretanico, i raccordi e gli accessori in ghisa sferoidale da utilizzare con detti tubi dovranno essere muniti di un rivestimento esterno di vernice epossidica avente spessore medio di almeno 250 µm e conforme alla UNI EN 14901.

Marcatura

Dovrà essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 598.
In particolare, tutti i tubi e i raccordi dovranno riportare, marcati in modo leggibile e durevole, almeno i seguenti dati:

- nome e marchio della ditta produttrice;
- anno di fabbricazione;
- designazione della ghisa sferoidale;
- diametro nominale DN;
- se del caso, la classificazione delle flange secondo la PN;
- il riferimento alla norma UNI EN 598;
- la designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati, quando è diversa da K9;
- marcatura o etichettatura o stampigliatura attestante la conformità alle norme del Regolamento di cui al D.M. n. 174 del 06/04/2004. Laddove non possibile, la fornitura sarà accompagnata da idonea dichiarazione del produttore in merito.

Potranno essere concordate eventuali altre indicazioni delle caratteristiche principali, da riportare a vernice.

Certificazione e documentazione

La fornitura dovrà essere di norma accompagnata dai seguenti documenti:

1) Certificato, in originale o copia conforme, di conformità alla norma EN ISO 9001 del sistema di controllo della produzione del fabbricante (FPC) o del sistema di gestione della qualità del fabbricante di cui faccia parte il sistema di controllo della produzione, rilasciato da organismo accreditato secondo la EN 45012. Tale accreditamento deve essere stato effettuato dal SINCERT, o da altro organismo che abbia sottoscritto con il SINCERT l'accordo "European Cooperation for Accreditation" (EAC);
2) Dichiarazione di conformità all'ordine di tipo 2.1, ai sensi della UNI EN 10204:2005, dei tubi, dei raccordi, degli accessori e loro giunzioni, che attesti la rispondenza della fornitura alle prescrizioni della norma UNI EN 598 ed in generale al presente disciplinare, rilasciata dal fabbricante;
3) Dichiarazione di conformità delle guarnizioni in gomma e delle superfici interne a contatto con l'acqua alle prescrizioni del D.M. n. 174 del 06/04/2004, in originale o copia conforme, rilasciata dal fabbricante.

Qualora il capitolato speciale d'appalto lo richieda espressamente, in luogo della dichiarazione di cui al precedente punto 2) la fornitura dovrà essere accompagnata da uno dei seguenti documenti:

- Dichiarazione di conformità all'ordine di tipo 2.2, ai sensi della UNI EN 10204:2005, dei tubi, dei raccordi, degli accessori e loro giunzioni, che attesti la rispondenza della fornitura alle

prescrizioni della norma UNI EN 598 ed in generale al presente disciplinare, rilasciata dal fabbricante; tale dichiarazione dovrà riportare i risultati dei controlli non specifici svolti dal produttore, cioè delle prove effettuate in conformità alle proprie procedure per valutare la rispondenza dei prodotti ai requisiti richiesti, compresi i risultati delle prove della UNI EN 598;

- Certificato di ispezione di tipo 3.1, ai sensi della UNI EN 10204:2005, dei tubi, dei raccordi, degli accessori e loro giunzioni, contenente la dichiarazione di conformità ai requisiti dell'ordine, che attesti la rispondenza della fornitura alle prescrizioni della norma UNI EN 598 ed in generale al presente disciplinare, rilasciata dal fabbricante; tale dichiarazione dovrà riportare i risultati dei controlli specifici svolti dal produttore, prima della consegna, sui prodotti oggetto di fornitura, ossia delle prove effettuate secondo la specifica di prodotto, per valutare la rispondenza dei prodotti ai requisiti richiesti;
- Certificato di ispezione di tipo 3.2, ai sensi della UNI EN 10204:2005, dei tubi, dei raccordi, degli accessori e loro giunzioni, contenente la dichiarazione di conformità ai requisiti dell'ordine, che attesti la rispondenza della fornitura alle prescrizioni della norma UNI EN 598 ed in generale al presente disciplinare, rilasciata dal fabbricante e dal rappresentante incaricato dalla stazione appaltante; tale dichiarazione dovrà riportare i risultati dei controlli specifici svolti dal produttore, prima della consegna ed alla presenza del sopradetto rappresentante, sui prodotti oggetto di fornitura, ossia delle prove effettuate secondo la specifica di prodotto, per valutare la rispondenza dei prodotti ai requisiti richiesti.

Nel caso sia richiesto il certificato di ispezione di tipo 3.2, l'appaltatore dovrà avvertire con congruo preavviso la stazione appaltante dell'inizio della fabbricazione de materiali da fornire da parte del produttore, in maniera da poter garantire la presenza del proprio rappresentante incaricato.

Prove di accettazione dei tubi e dei pezzi speciali

Generalità

La stazione appaltante disporrà comunque sulla fornitura approvvigionata in cantiere, a cura di un proprio rappresentante o di un laboratorio qualificato di sua fiducia, tutti quei controlli e prove ritenute utili all'accertamento della rispondenza della fornitura alle prescrizioni del presente disciplinare. A tal fine l'intera fornitura sarà suddivisa in singole partite di materiali il più possibile omogenee dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione. Dalle partite di materiali prodotti verranno prelevati, a discrezione della D.L., saggi per le prove in numero esuberante rispetto a quello strettamente necessario, per eventuali prove ripetute. I saggi dovranno essere prelevati dalle testate lisce dei tubi stessi e dai raccordi. Tutti i tubi, sui quali saranno stati prelevati saggi per le prove di accettazione, saranno accettati dalla stazione appaltante come se avessero la loro lunghezza normale.

Controllo dei difetti superficiali

Si eseguirà il controllo dei difetti superficiali sui tubi e sui pezzi speciali approvvigionati in cantiere. Le pareti interne ed esterne dovranno essere sbavate con cura e pulite. Il controllo sarà effettuato a vista, e cioè senza il soccorso di apparecchiature di ingrandimento. Al controllo i

tubi ed i pezzi speciali dovranno risultare esenti da difetti superficiali tali da nuocere al loro impiego.

Controllo delle dimensioni

Si eseguirà il controllo delle dimensioni sarà eseguito sui tubi e sui pezzi speciali allo stato di fornitura, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 598.

Prova di trazione

Si eseguirà, presso laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, la prova di trazione su provette estratte da un saggio per ogni partita, prelevato a scelta del rappresentante della stazione appaltante.
La prova di trazione sarà effettuata secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 598.

Prova di durezza

Si eseguirà, presso laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, la prova di trazione su un campione per ogni partita, prelevato a scelta del rappresentante della stazione appaltante. La prova di trazione sarà effettuata secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 598.

Prove sui rivestimenti

Si eseguiranno, presso laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, le prove sui rivestimenti relativamente a un campione per ogni partita, prelevato a scelta del rappresentante della stazione appaltante. Le prove sui rivestimenti saranno effettuate secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 598.

Prove sulle guarnizioni

Su un quantitativo non maggiore del 10% (dieci per cento) del numero di elementi approvvigionati saranno effettuati i controlli dei difetti superficiali ed eventualmente il controllo delle dimensioni. Al controllo dei difetti superficiali le guarnizioni di gomma dovranno presentare omogeneità di materiale, assenze 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. Il controllo delle dimensioni consisterà nella verifica della rispondenza alle dimensioni prescritte nella eventuale norma tecnica relativa al tipo di giunto utilizzato.

Effetto dei risultati ottenuti nelle prove di accettazione dei tubi, raccordi, accessori

Difetti superficiali

Qualora alcuni tubi o pezzi speciali presentassero leggere imperfezioni superficiali la ditta produttrice potrà rimediarvi sotto la propria responsabilità, nei modi che riterrà opportuno. Difetti, sempre di secondaria importanza, potranno essere riparati solamente con il consenso preventivo del rappresentante della stazione appaltante. Nella riparazione la ditta produttrice potrà impiegare qualsiasi provvedimento precedentemente sperimentato, anche la saldatura, assumendosi comunque ogni responsabilità sulla riuscita del lavoro di riparazione. I tubi ed i pezzi speciali che presentassero imperfezioni o difetti, ritenuti a giudizio del rappresentante della stazione appaltante di notevole importanza ai fini dell'impiego, saranno senz'altro rifiutati.

Controllo delle dimensioni

I tubi ed i pezzi speciali, le cui dimensioni presentassero al controllo differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse, saranno rifiutati.

Prova 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, inferiori ai minimi prescritti in precedenza, la prova sarà ripetuta ancora su due provette ricavate dagli altri saggi della medesima partita dei materiali. I risultati di queste due riprove dovranno soddisfare alle prescrizioni altrimenti la partita dei materiali, cui le prove si riferiscono, sarà rifiutata. 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 ai massimi prescritti in precedenza, la prova sarà ripetuta ancora su due provette ricavate dagli altri saggi della medesima partita dei materiali. I risultati di queste due riprove dovranno soddisfare alle prescrizioni altrimenti la partita dei materiali, cui le prove si riferiscono, sarà rifiutata.

Effetto dei risultati ottenuti nelle prove di accettazione delle guarnizioni

Gli anelli di guarnizione, che presentassero difetti superficiali, ritenuti a giudizio del rappresentante della Stazione appaltante 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. Se le caratteristiche degli anelli di guarnizione risultassero, nelle prove fisiche sull'1% (uno per cento) del quantitativo fornito, non rispondenti alle prescrizioni, le prove saranno ripetute ancora su un altro quantitativo pari al 2% (due per cento). In caso di esito positivo gli anelli di guarnizione forniti verranno senz'altro accettati; in caso contrario saranno rifiutati
In ogni caso, qualora dalle analisi chimiche risulti la non idoneità all'impiego per fini potabili, gli anelli di guarnizione saranno senz'altro rifiutati.

Art.7 Tubazioni e pezzi speciali in acciaio

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.
Hanno valore le norme UNI EN 10224 del 2006 relative alle caratteristiche, tolleranze e spessori.
I tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno tutti bitumati a caldo; all'esterno saranno rivestiti con doppio strato compresso, compatto ed aderente, vetroflex e catrame dello spessore di mm 4.

Art.8 Tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio inox dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.
Le tubazioni in acciaio inox dovranno essere conformi alle norme AISI 304 e AISI 316/L.
I procedimenti di fabbricazione, di collaudo e di certificazione delle condotte dovranno rispettare le normative vigenti e comunque le Norme ASTM A312-A358-A409-A403-A530-A370.
Le tubazioni ed i pezzi speciali dovranno risultare scordonati esternamente e rifiniti mediante decapaggio e passivazione.
Il decapaggio, finalizzato ad evitare fenomeni corrosivi localizzati, può essere di tipo meccanico o chimico. In entrambi i casi è necessario riuscire ad eliminare le scorie più o meno resistenti che si formano sulla superficie dell'acciaio. I sistemi meccanici possono eseguirsi con sabbia silicea, corindone oppure con sfere di vetro o di acciaio inossidabile. Se la quantità di scaglia è di considerevole spessore e risulta molto aderente alla superficie metallica si procederà con due o più cicli di decapaggio anche con metodologie diverse (meccanici più energici e chimici). Nel caso si volesse decapare solo una parte del componente, per esempio nel caso delle saldature, è possibile adottare delle paste decapanti applicate a freddo nella zona da decapare. la rimozione di tali paste avviene con un lavaggio in acqua dopo un tempo di applicazione che è funzione del tipo di pasta e del tipo di scaglia da asportare.
La passivazione ha lo scopo di ripristinare lo strato passivo degli acciai inossidabili ed eliminare tracce di metalli meno nobili o di depositi vari onde evitare corrosioni da vaiolatura ("pitting") o interstiziali ("crevice"). Il trattamento di passivazione in cantiere dovrà essere attuato in tutti i casi in cui l'acciaio inossidabile sia stato lavorato con utensili che abbiano precedentemente lavorato metalli meno nobili oppure sia venuto a contatto con semilavorati o con strutture in acciaio al carbonio. Il trattamento può essere effettuato sull'intera superficie del manufatto per mezzo di opportuni bagni oppure localmente per mezzo di paste passivanti. Dopo il trattamento di decontaminazione è necessario procedere ad un accurato lavaggio in acqua in modo tale da eliminare ogni traccia di soluzione acida.
Le caratteristiche dimensionali delle tubazioni dovranno essere in accordo con le norme ANSI B 36.19 e B 36.10. Le curve a 90° (con raggio di curvatura ≥ 1.5 D) e le riduzioni tronco coniche dovranno avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 16.9. I raccordi a "T" dovranno essere ricavati da tubi saldati ed avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 31. Il collegamento tra

tubi in acciaio inox e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale dovrà avvenire con giunzioni a serraggio meccanico tipo "STRAUB". Per giunzioni "tipo STRAUB" sono da intendersi giunzioni a serraggio meccanico in acciaio inox AISI 304, dotate di guarnizioni in elastomero sintetico (EPDM, caratterizzate da una durezza di 60 Shore A), che lavorano per flessione e non per reazione elastica della gomma, e sono in grado quindi di garantire un effetto progressivo della tenuta nel tempo indipendentemente dalla possibile riduzione di elasticità della gomma per effetto dell'invecchiamento. Queste giunzioni devono poter permettere deviazioni angolari fino a 5° in ogni direzione, e possono unire tubazioni di materiale diverso con terminali lisci, senza richiedere alcuna preparazione degli stessi. Il collegamento fra tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox può avvenire anche mediante saldatura o giunzioni a flange. La giunzione saldata può essere eseguita tanto all'arco elettrico che ossiacetilenica per diametri minori di 100 mm, mentre deve essere solamente all'arco elettrico per diametri superiori ai 100 mm. La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto, dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto. Il cordone di saldatura deve avere uno spessore almeno uguale a quello del tubo, di larghezza costante, senza porosità ed altri difetti. I cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente nel metallo base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata, prima che sia eseguita la successiva, deve essere ben pulita e liberata da scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura. I saldatori dovranno essere patentati per saldature su acciaio inox con Enti riconosciuti a livello europeo (Lloyd Register's, RINA, Istituto Italiano Saldatura). I processi di saldatura e le qualifiche del saldatore dovranno comunque essere conformi alle norme UNI 1307/1, UNI EN 287/1 del 1993, UNI EN ISO 9606/4 del 2001, UNI 7711, UNI 8032, UNI EN ISO 15607 del 2005, UNI EN ISO 15609-1/2006, UNI EN ISO 15614-1/2005. L'esecuzione della giunzione a flange avverrà mediante interposizione di guarnizioni di gomma telata o amiantite a forma di corona circolare di spessore non inferiore a 3 millimetri. La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo. Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà a pulire le facce delle flange e la guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido, grassi o sostanze estranee. Si provvederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte. Salvo diverse indicazioni i fori delle flange dovranno essere sfalsati secondo le tabelle UNI EN 1092-1 del 2013.
I tipi di flange da impiegarsi sono:

- flange cieche UNI EN 1092-1 del 2013
- flange da saldare a sovrapposizione, circolari secondo UNI EN 1092-1 del 2013
- flange da saldare di testa UNI EN 1092-1 del 2013.

Le flange saranno in acciaio tipo Aq 34 UNI 3986 e comunque conformi alla normativa vigente UNI EN 10250-1 del 2001 e UNI EN 10250/2 del 2001 con un carico di rottura a trazione minimo 33 kg/mmq.
La superficie di tenuta sarà: a gradino secondo UNI EN 1092-1 del 2013 a faccia piana secondo UNI EN 1092-1 del 2013.

Art.9 Tubazioni in PVC

Generalità

Nel presente paragrafo 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). 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 UNICEI-Ministero dell'Industria), corredati dal certificato di collaudo secondo la norma UNI 7448. L'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione dei Lavori prima di dare corso alla fornitura, le fabbriche presso le quali egli intende approvvigionare i materiali e le relative caratteristiche.
Tubi e raccordi dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità iiP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI, gestito all'Istituto Italiano dei Plastici. La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà, per l'accettazione della fornitura di eseguire o far eseguire tutte le prove che riterrà necessarie e che si atterranno alla normativa UNI 7448/75.

Normativa di riferimento

Devono soddisfare le norme UNI vigenti e risultare idonei alle prove prescritte dalla Norma UNI ISO 525 del 1992:

- scarichi per acque fredde: devono essere realizzati con tubi che corrispondano alla Norma UNI EN 1329-1 del 2000 ed avere gli spessori del tipo 301 e con pezzi speciali che rispettino la normativa vigente (UNI EN 1401-1 del 1998);
- scarichi per acque calde: devono essere realizzati con tubi che corrispondano alla Norma UNI EN 1329-1 del 2000 ed avere gli spessori del tipo 302 e con pezzi speciali che rispecchino la normativa vigente (UNI EN 1401-1 del 1998). Essi sono adatti al convogliamento di fluidi caldi a flusso continuo e temperatura di 70°C, ed a flusso intermittente fino alla temperatura di 95°C, condizioni sufficienti a consentire lo smaltimento delle acque;
- condotte interrate: devono corrispondere alla Norma UNI EN 1401-1 del 1998;
- Le guarnizioni devono essere conformi alla norma UNI 681-1 del 2006;
- Raccordi e flange di PVC rigido (metodi di prova): UNI 7449.

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 EN ISO 1452-2:2010 e UNI EN ISO 1452-3:2010-12 per le tubazioni in pressione ed UNI EN 1401-1:2009 per le tubazioni a pelo libero):

- Contenuto di PVC ≥ 80% in massa determinato analiticamente in base al contenuto di cloro totale con il metodo di prova UNI EN 1905:2001;
- Massa volumica ≤ 1,53 gr/cm3 determinata con il metodo per immersione ISO 1183;
- Massa volumetrica: 1,37÷1,45 g/cm3;
- Modulo di elasticità: ~30000Kg/cm2 (3000MPa);
- Resistenza a trazione: ≥480 kg/cm2 (48 MPa);

- Allungamento a snervamento:<10%;
- Coefficiente di dilatazione termica lineare: 60÷80*10-6 K-1;
- Conducibilità termica: ~ 0,13 kCal/h m °C;
- Resistenza elettrica superficiale: ≥ 1012 Ohm cm..

Le tubazioni in PVC (policloruro di vinile non plastificato) vengono prodotte per estrusione, previa miscelazione del polimero con additivi che ne migliorano le caratteristiche di stabilità e lavorabilità. Non è ammesso l'impiego di:

- materiale riciclato
- materiale rilavorabile

Le principali caratteristiche di questo materiale sono riassunte di seguito:
Queste caratteristiche consentono di assicurare alle tubazioni in PVC proprietà quali:

- leggerezza;
- elasticità;
- superficie interna liscia e scarsamente incrostabile;
- elevata resistenza chimica ed elettrochimica alle sostanze acide ed alcaline presenti nei reflui;
- resistenza al degrado per invecchiamento;
- elevata resistività elettrica, con conseguenti ottime caratteristiche d'isolamento.

L'aspetto delle tubazioni, esaminato senza ingrandimento, deve soddisfare i seguenti requisiti:

1. la superficie interna ed esterna dei tubi e dei raccordi deve essere liscia, pulita e priva di cavità, bolle, impurezze e porosità e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa impedire la loro conformità alla norma di riferimento;
2. le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente e le estremità dei tubi e dei raccordi devono essere perpendicolari ai loro assi.

I tubi dovranno avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma UNI EN 1401 Capitolo 6 prospetti n. 3,4,5 e 6.
I raccordi e i pezzi speciali di PVC dovranno rispondere alle caratteristiche contenute nella norma UNI EN 1401-1:2009.
Ai tubi e ai raccordi di PVC possono essere collegati anche raccordi, tubi e pezzi speciali di altro materiale.
Ogni tubo dovrà pervenire con l'estremità liscia tagliata nettamente e perpendicolare all'asse del tubo con uno smusso di ~ 15°.
I tubi e i raccordi di PVC possono essere uniti tra loro mediante sistemi di tipo elastico o di tipo rigido.
Il sistema di tipo elastico può essere costituito da:

- giunti a bicchiere ricavati sul tubo stesso, a tenuta mediante guarnizione elastomerica;
- manicotti a doppio bicchiere a tenuta mediante guarnizione elastomerica.

Il Sistema di tipo rigido, invece, può essere costituito da:

- con giunti a bicchiere ricavati sul tubo stesso da incollare;
- con manicotti a doppio bicchiere.

Il sistema di giunzione a bicchiere con guarnizione elastomerica deve essere conforme alla UNI EN 681:2006 e le guarnizioni non devono provocare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e devono avere la rispondenza ai requisiti prescritti nelle UNI EN 681-1 e UNI EN 681-2.

I giunti di tipo rigido, verranno impiegati solo quando il progettista lo riterrà opportuno: in questi casi si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo appositi giunti di dilatazione a intervalli regolari in relazione alle effettive condizioni di esercizio.
I manicotti saranno preferibilmente in PVC rigido: essi possono avere, o no, un arresto anulare interno nella parte centrale.
L'assenza di tale dispositivo consente l'inserimento nella canalizzazione di nuove derivazioni e l'esecuzione di eventuali riparazioni.

Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, indelebile su almeno una generatrice e i dati, di seguito elencati quelli minimi, ripetuti con intervalli non maggiori di 2 m:

- Numero della norma – UNI EN 1401;
- Codice d'area di applicazione –U e UD;
- Nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- Indicazione del materiale (PVC-U);
- Dimensione nominale (DN/DO);
- Spessore minimo di parete o SDR;
- Rigidità anulare nominale SN;
- Informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

Certificazione e documentazione

La fornitura dovrà essere di norma accompagnata dai seguenti documenti:

- Certificazione di qualità secondo UNI EN ISO 9000 da parte di istituto o ente competente, rilasciata conformemente a UNI CEI EN 45012;
- Dichiarazione firmata dell'utilizzo di materia prima (miscela) vergine;
- Certificazione di conformità (Marchio) alla norma UNI EN 1401, dei tubi da parte di società certificatrice, rilasciata conformemente a UNI CEI EN 45011.

Ad ogni consegna la fornitura deve essere accompagnata da:

- dichiarazione di conformità alla norma di riferimento UNI EN 1401

Art.10 Tubazioni in PEAD per condotte in pressione

Le tubazioni in polietilene alta densità (PEad), ricavate per estrusione devono corrispondere alle prescrizioni igienico sanitarie riportate nella circolare n°102/3990 del 02/12/1978. Le tubazioni dovranno essere individuate nella serie idonea sono del tipo PN10 per trasporto di acqua potabile.
La fornitura comprende i prezzi speciali, gli ancoraggi, i supporti e tutti gli accessori.

Norme di esecuzione e posa in opera

Per la posa interrata delle tubazioni fare riferimento alla specifica tecnica relativa alle condotte di scarico. In aggiunta dovrà essere prevista la posa di idoneo nastro di segnalazione di colore marrone (per reti trasportanti acque reflue. Il nastro di segnalazione deve essere posato per tutta la lunghezza della tubazione in corrispondenza dell'asse e sopra lo strato di ricoprimento

in sabbia.
Le giunzioni dovranno essere ottenute mediante sistemi conformi alle norme vigenti.
Giunzione per saldatura elettrica:
Giunzioni di tipo fisso, eseguibili su tubazioni già montate in opera.
La giunzione per saldatura elettrica dovrà essere eseguita con appositi elementi (manicotti, collari di presa o altro), forniti dalla stessa casa di produzione del tubo in PEAD, contenenti una resistenza elettrica in cui i terminali sono collegabili ad una apparecchiatura che, mediante un dispositivo cronoregolatore, darà tensione a detta resistenza.
Le parti sulle quali dovrà essere applicato l'elemento elettrico saldante dovranno essere accuratamente sbavate, e dovrà essere asportata ogni possibile traccia di pellicole di ossidazione della superficie.
Dovrà essere curato che l'elemento elettrico scaldante risulti centrato rispetto alle estremità da scaldare; dopo la saldatura i terminali dalla resistenza elettrica dovranno essere tagliati.
il raffreddamento delle parti saldate dovrà avvenire in modo naturale.
Giunzione a flangia
Ove la giunzione debba essere prevista smontabile o per il collegamento di apparecchiature o simili, sulle teste dei tubi da congiungere dovranno essere saldati, mediante giunzione testa a testa, gli appositi pezzi speciali costituenti le flange.
La tenuta dovrà essere realizzata con l'interposizione di una guarnizione piatta.
Giunzione a manicotto scorrevole
Ove la giunzione dei tubi debba poter assorbire le dilatazioni termiche dei tubi, su una delle due estremità da congiungere (quella inferiore nel caso di tubi non orizzontali) dovrà essere saldato, mediante giunzione testa a testa, l'apposito bicchiere costituente il manicotto scorrevole.
Detto bicchiere dovrà essere marcato esternamente con l'indicazione della posizione che dovrà avere l'estremità del tubo da congiungere a seconda della temperatura di posa.
L'estremità del tubo da introdurre nel manicotto scorrevole, smussata, sbavata, pulita ed asciutta, dovrà essere spalmata uniformemente con l'apposito lubrificante di scorrimento fornito dalla ditta costruttrice i tubi di polietilene. l'estremità del tubo dovrà essere preventivamente segnata, in funzione della temperatura ambiente, per assicurarsi l'introduzione del manicotto della lunghezza necessaria come specificato dai manuali di installazione.
Norme di misurazione
Misura delle tubazioni effettuata a metro lineare sui disegni come costruito, rilevando lo sviluppo lineare sull'asse delle tubazioni, includendo i pezzi speciali. non vengono calcolati gli sfridi
Norme per il collaudo
Il fornitore, a propria cura e spese, dovrà comprovare che tutti i componenti siano di tipo approvato e siano stati sottoposti alle prove di accettazione atte a controllarne l'idoneità e la rispondenza alle prescrizioni, alle specifiche tecniche ed alle norme citate nei documenti contrattuali.
La committente si riserva di accertare la validità dei certificati di tali prove, come pure di accordare validità a prove non effettuate presso laboratori qualificati.

Tutti i componenti dovranno essere provati secondo la normativa citata nel testo e secondo quella sotto richiamata:

Tubazioni per acqua

Prova di pressione idraulica al termine del montaggio, e prima del completamento delle opere murarie nonché dell'esecuzione dei rivestimenti coibenti.

Pressione di prova pari a 1,5 volte la pressione stessa d'esercizio, con un minimo di 6 bar per i circuiti aperti tranne casi speciali per cui si rimanda alle prescrizioni relative, per pressioni d'esercizio inferiori a 10 bar.

Prova idraulica eseguita ad una pressione di 5 bar superiore a quella d'esercizio per pressioni maggiori.

Mantenimento del sistema in pressione per 4 ore; durante tale periodo eseguire una ricognizione allo scopo di identificare eventuali perdite.

La prova si considera superata se il manometro di controllo non rileva cadute di pressione superiori a 0,3 bar per tutto il tempo stabilito.

Dopo la prova idraulica e prima della messa in esercizio degli impianti, lavaggio accurato delle tubazioni effettuato scaricando l'acqua dagli opportuni drenaggi sino a che essa non esca pulita.

Controllo finale dello stato di pulizia alla presenza della direzione lavori.

Riempimento dell'impianto effettuato immediatamente dopo le operazioni di lavaggio.

Art.11 Tubazioni in poliestere rinforzato con fibra di vetro - PRFV

Il presente disciplinare fornisce specifiche tecniche di fabbricazione, dimensionali, collaudo e di posa in opera per condotte d'acqua, realizzate con tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro PRFV, in stabilimenti ubicati all'interno dell'UE, in conformità alla norma UNI EN 14364 (Sistemi di tubazioni in PRFV per condotte di drenaggio e fognatura, con o senza pressione).

Caratteristiche costruttive dei tubi

La parete delle tubazioni sarà formata da più strati che dovranno costituire un unico elemento strutturale. In particolare, il tubo sarà costituito dai seguenti strati.

Strato protettivo interno (Liner)

La composizione del liner sarà a discrezione del produttore della tubazione. Tuttavia, il liner dovrà avere le seguenti caratteristiche imprescindibili:

- Presentare una colorazione tale da rendere agevole il controllo della condotta per mezzo di videoispezione.
- Non presentare fibre e/o inerti affioranti in superficie.

Inoltre, il liner dovrà essere privo di difetti come screpolature e incrinature e non dovrà presentare cavità o bolle d'aria. Dovrà essere garantito un valore massimo di abrasione ≤ 0,2 mm, risultante dal relativo test di Darmstadt effettuato a 100.000 cicli secondo le norme DIN 19565 ed EN 295-3, senza che si verifichi affioramento di fibre sulla superficie del liner. A 500.000 cicli è ammesso un valore di abrasione superiore, ma imprescindibilmente senza affioramento di fibre.

Al fine di garantire la prestazione idraulica di progetto il valore di scabrezza idraulica di

Colebrook ammesso è ε ≤ 0,017 mm. Tale valore dovrà risultare da test effettuati da enti riconosciuti dalla Stazione Appaltante su di una tratta di condotta realizzata con tubazioni aventi le medesime caratteristiche di quelle in progetto e contenere non meno di 2 giunti.

Strato centrale

Questo strato potrà essere costituito, oltre che da fibre di vetro e resina, anche da elementi inerti e cariche minerali (sabbia, carbonati etc.).

Strato protettivo esterno

Questo strato dello spessore minimo di 1,3 mm deve essere costituito da resina ed inerti, ed essere pertanto privo di fibre. Lo strato protettivo esterno deve essere resistente ai raggi UV.

Caratteristiche tecniche

Le tubazioni saranno verificate, salvo dove diversamente indicato, secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 14364 citata in premessa e dalle norme in essa richiamate. La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di fare ripetere le prove o fare eseguire prove aggiuntive, a spese dell'Appaltatore, presso laboratori di sua fiducia.

Dimensioni

I tubi previsti per i lavori a cui si riferisce il presente disciplinare avranno le seguenti caratteristiche dimensionali (al lordo delle tolleranze):

- Diametro Nominale da DN750 a DN1000;
- Lunghezza non superiore a m 6.

Il suddetto diametro interno è quello minimo che consente di soddisfare i valori minimi di portata della condotta calcolata alla velocità di progetto, ed è pertanto imprescindibile.

Il diametro esterno della totalità dei tubi oggetto della fornitura deve essere costante e calibrato per tutta la lunghezza del tubo, per rendere possibili a posteriori eventuali interventi di manutenzione, consentendo il montaggio dei manicotti su qualsiasi tubo ed in qualsiasi punto della condotta.

Resistenza alla pressione

I tubi previsti per i lavori a cui si riferisce il presente disciplinare avranno un valore di resistenza alla pressione pari a PN 1 bar.

L'Appaltatore dovrà fornire, certificati da Ente accreditato, i risultati di test di resistenza a pressione lungo termine, atti a determinare il fattore di sicurezza a pressione per i tubi nuovi sufficiente per garantire, dopo 50 anni, un fattore di sicurezza ≥ 2 (due).

Resistenza meccanica trasversale - Rigidità

I tubi previsti per i lavori di cui al presente disciplinare avranno rigidità RG ≥ 10.000 N/m2.

Giunti

I tubi oggetto del presente disciplinare saranno collegati con giunti di tipo a manicotto PN 6, con tenuta idraulica fino a 6 bar sia dall'interno che dall'esterno. Al fine della sicurezza dell'esecuzione dei lavori di posa, i manicotti dovranno essere provvisti di guarnizioni inamovibili.

Giunto a manicotto

La giunzione si ottiene mediante un manicotto in P.R.F.V. nel quale la tenuta è assicurata da una guarnizione continua in gomma elastomerica (EPDM) di larghezza corrispondente a quella del manicotto stesso, con profilo a labbro, solidamente fissata al manicotto.

I giunti dovranno essere in grado di mantenere inalterate le doti di tenuta fino a 6 bar anche con disallineamento ed angolazione tra gli assi di tubi adiacenti. L'angolazione massima ammessa sarà a discrezione del produttore, ma in nessun caso potrà essere inferiore a quella prescritta dalle norme EN14364 ed a quella prevista a progetto, in funzione degli eventuali raggi di curvatura del tracciato.

Tale caratteristica andrà certificata dai relativi test, effettuati secondo le norme EN 14364 e EN 1119, come specificato al successivo punto 5.4.

Il giunto deve inoltre consentire un movimento relativo longitudinale da entrambi i lati pari ad almeno lo 0.3% della lunghezza totale del tubo.

Marcatura

La marcatura dei tubi deve permettere la completa tracciabilità, e comprendere:

- Diametro nominale: DN;
- Pressione nominale: PN;
- Rigidità trasversale: RG;
- Anno, mese e lotto di fabbricazione;
- Numero di serie progressivo;
- Marchio di fabbrica.

Prove di controllo e accettazione

Le prove saranno effettuate, salvo dove diversamente indicato, secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 14364 citata in premessa e dalle norme in essa richiamate. La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di fare ripetere le prove o fare eseguire prove aggiuntive, a spese dell'Appaltatore, presso laboratori di sua fiducia.

Esame visivo

Mirerà ad accertare che:

- il "liner" interno abbia superficie liscia ed uniforme, sia esente da fibre di vetro, cricche, inclusioni di corpi estranei, bolle d'aria e crateri, e vi sia rispondenza con quanto previsto al punto 1.1.
- lo strato protettivo esterno presenti una superficie regolare e liscia, senza fibre in superficie.

Liner

A richiesta della Stazione Appaltante, in riferimento ad uno o più tubi da questa selezionati, dovrà essere fornita adeguata documentazione redatta dal Produttore dei tubi che provi la conformità dello spessore e composizione del liner rispetto ai valori dichiarati.

Dovranno in particolare essere forniti i risultati di test comprovanti il valore ε di scabrezza idraulica di Colebrook, effettuati da enti riconosciuti dalla Stazione Appaltante, su di una tratta

di condotta realizzata con tubazioni aventi le medesime caratteristiche di quelle in progetto e contenere non meno di 2 giunti.

Liner – Resistenza all'abrasione

L'Appaltatore dovrà fornire, certificati da Ente accreditato, i risultati di test di resistenza all'abrasione, effettuati secondo le norme DIN 19565 ed EN 295-3, comprovanti un valore massimo di abrasione a 100.000 cicli ≤ 0,2 mm senza che si verifichi affioramento di fibre sulla superficie del liner e, a 500.000 cicli, qualsiasi valore di abrasione ma imprescindibilmente senza affioramento di fibre.

Prova di schiacciamento ai piatti paralleli

Verrà eseguita secondo norme EN 14364 e EN 1228.

Prova di tenuta dei giunti

L'Appaltatore dovrà fornire, certificati da Ente accreditato, i risultati di test effettuati secondo la norma EN 1119, su giunti del medesimo tipo utilizzato nella fornitura, e per medesime classi di pressione o superiori, comprovanti la conformità con quanto previsto al punto 3.

Modalità di posa in opera per condotte interrate

Dovranno essere fornite adeguate istruzioni di installazione, redatte dal produttore delle tubazioni, che saranno ad integrazione delle indicazioni della presente specifica.

Costruzione della trincea

- Fondo della trincea

La superficie del letto di posa in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, liscia e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero provocare sollecitazioni anormali per la tubazione.

- Nicchie sottostanti i giunti

Dovranno essere eseguite al di sotto dei manicotti nicchie per permettere l'appropriato assemblaggio dei giunti e prevenire carichi sugli stessi da parte dei tubi.

Una volta eseguita la connessione le nicchie saranno accuratamente riempite in modo da garantire un appoggio continuo all'intera lunghezza della tubazione.

Procedura di messa in opera

Ultimato lo scavo si procederà alla formazione del letto di posa. Tale letto di posa dovrà essere formato con sabbia, o ghiaia con assenza di componenti di granulometria maggiore di 32 mm, od inferiore nel caso di tubi di piccolo diametro. Una volta installato nella trincea il tubo potrà essere angolato nella giunzione fino alla massima angolazione consentita. Dove sono prevedibili assestamenti differenziali e dove la tubazione entra in una struttura o in blocchi di ancoraggio, dovranno essere previsti tutti gli accorgimenti volti ad evitare il danneggiamento della tubazione a causa della sollecitazione a taglio generata dal cedimento stesso.

Procedura di rinterro

Il rinterro deve essere eseguito fino a 0.30 m sopra il tubo utilizzando, se idoneo, il terreno originario stesso opportunamente vagliato o preferibilmente sabbia o ghiaia con assenza di componenti di granulometria maggiore di 50 mm, o di 32 mm nel caso di tubi di diametro ≤ DN 600.

La compattazione del materiale di rinterro della zona intorno al tubo dovrà essere eseguita,

anche per saturazione, fino allo Standard Proctor superiore al 90 %, in accordo con quanto prescritto dalla D.L., conservando una fascia non compattata sopra il tubo di larghezza pari a circa 0,7 DN.
La restante parte di rinterro potrà essere eseguita riportando materiale proveniente dallo scavo in modo uniforme, così da riempire completamente i vuoti.
Il grado massimo ammesso di ovalizzazione del tubo (intesa come diminuzione % del diametro verticale), a condotta posata sarà ≤ 3%.

Cap.2 Costruzione delle condotte in genere

Art.12 Movimentazione e posa delle tubazioni

Generalità

Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti Norme tecniche:

- la normativa del Ministero dei lavori pubblici;
- le disposizioni in materia di sicurezza igienica e sanitaria di competenza del Ministero della sanità;
- le prescrizioni di legge e regolamentari in materia di tutela delle acque e dell'ambiente dall'inquinamento;
- le speciali prescrizioni in vigore per le costruzioni in zone classificate sismiche, allorché le tubazioni siano impiegate su tracciati che ricadano in dette zone;
- altre eventuali particolari prescrizioni, purché non siano in contrasto con la normativa vigente, in vigore per specifiche finalità di determinati settori come quelle disposte dalle Ferrovie dello Stato per l'esecuzione di tubazioni in parallelo con impianti ferroviari ovvero di attraversamento degli stessi.

Le prescrizioni di tutto il paragrafo "Movimentazione e Posa delle Tubazioni" si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui ai paragrafi successivi, tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate. Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Movimentazione delle tubazioni

Carico, trasporto e scarico

Il carico, il trasporto con qualsiasi mezzo (ferrovia, nave, automezzo), lo scarico e tutte l manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi e adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento. Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà predisporsi quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

Accatastamento e deposito

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche. La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio. L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo. I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta. Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisionali.
I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi. Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione. Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

Art.13 Scavo per la tubazione

Lo scavo delle trincee per la posa delle tubazioni seguirà rigidamente gli assi e le livellate di progetto, adattando i vertici dell'asse in modo da avere tratte rettilinee di condotta costituite da multipli interi della lunghezza dei tubi evitando per quanto possibile la formazione di spezzoni di raccordo.
Il raccordo tra due tratte rettilinee avverrà con pezzo speciale opportunamente contrastato.
La larghezza di scavo sul fondo sarà:

- per allacci fognari e caditoie: L= 40 cm;
- per le condotte fognarie principali: L = D + 2 * 0,30.

Larghezze diverse da quelle sopra indicate potranno essere prescritte per ragioni che devono essere chiaramente giustificate.
Lo scavo sarà eseguito al disotto della generatrice inferiore di appoggio del tubo per una profondità di 10 cm o maggiore se così indicato in progetto. Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dalla Direzione dei Lavori. Le pareti di scavo andranno, se ritenuto necessario, assicurate da smottamenti o crolli, mediante opportune opere provvisionali, così come dovrà adottarsi ogni mezzo perché i cavi non vengano invaso da acque di falda o di corrivazione. In corrispondenza delle giunzioni dei tubi o dei pezzi speciali lo scavo della trincea sarà opportunamente allargato a formare una nicchia. Al termine delle operazioni di scavo il fondo della trincea dovrà risultare regolare e livellato e dalle pareti non dovranno essere elementi lapidei per una profondità eccedente il 5% della lunghezza del cavo. Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del

materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali. L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

Art.14 Posa della tubazione

Sfilamento dei tubi

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo. In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa. I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento. I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

Posa in opera dei tubi

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino. Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso. La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato. I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti. Il letto di posa

consisterà in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente – come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato. Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato. Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui. Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livellette" di scavo (apponendo e quotando 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) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo. Nel caso specifico di tubazioni metalliche dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti. Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi la tubazione di ghisa sferoidale sarà protetta esternamente con manicotto in polietilene, dello spessore di 20 ÷ 40 mm, applicato in fase di posa della condotta. Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al paragrafo "Movimentazione delle Tubazioni" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, per evitare danneggiamenti. I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti. Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato. La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture. È vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari. 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 adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, 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 che siano 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 è a carico dell'Appaltatore. Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche. I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati

seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi.
I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi. Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango. Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante. Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera. Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi. Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dalla Direzione dei Lavori. Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato. Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione

Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una 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 e quello esterno uguale a quello esterno del "collarino" della flangia. E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolati 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 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 anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura. Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

Giunzioni dei tubi

Verificati pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato. Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite. La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati

nonché dalla pressione di esercizio.
A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

Art.15 Attraversamenti e parallelismi

Norme da osservare

Nei casi di interferenza (attraversamenti, parallelismi) di condotte di acqua potabile sotto pressione (acquedotti) o di fogna con le ferrovie dello Stato ovvero con ferrovie, tramvie e filovie extraurbane, funicolari, funivie e impianti similari, concessi o in gestione governativa, eserciti sotto il controllo della Direzione generale della motorizzazione civile e trasporti in concessione, saranno osservate le Norme vigenti ed in particolare le prescrizioni del D.M. 23 febbraio 1971 come modificato dal D.M. 10 agosto 2004.

Attraversamenti di corsi d'acqua, ferrovie e strade

Si devono predisporre manufatti di attraversamento ogni volta che la condotta incontri:

- un corso d'acqua naturale o artificiale;
- una strada ferrata;
- una strada a traffico pesante.

Negli attraversamenti di corsi di acqua importanti, è in generale necessario effettuare il sovra passaggio mediante piccoli ponti progettati per il sostegno della tubazione, oppure servirsi come appoggio di un ponte esistente. Nel caso di piccoli corsi d'acqua, come torrenti, sarà effettuato un sottopassaggio ricavato in una briglia del torrente, che abbia sufficiente robustezza. In genere, in corrispondenza all'attraversamento di un corso d'acqua si ha un punto basso della condotta e in tale punto è conveniente sistemare un pozzetto di scarico. Gli attraversamenti ferroviari vanno scrupolosamente osservate le prescrizioni del D.M. 04/04/2014. Gli attraversamenti stradali saranno in genere posti in cunicolo, per non essere costretti, in caso di rottura del tubo, a manomettere la sede stradale per la riparazione; è in ogni caso necessario, quando non sia conveniente costruire un vero e proprio cunicolo, disporre la condotta in un tubo più grande (tubo guaina) od in un tombino, in modo da proteggerla dai sovraccarichi e dalle vibrazioni trasmesse dal traffico sul piano stradale e permettere l'eventuale sfilamento. Le saracinesche di intercettazione verranno poste in pozzetti prima e dopo l'attraversamento per facilitare eventuali riparazioni della condotta. Le condotte contenute in tubi-guaina (p.e., negli attraversamenti stradali e ferroviari) saranno isolate elettricamente inserendo zeppe e tasselli - rispettivamente alle estremità del tubo-guaina e nella intercapedine fra condotta e tubo-gomma - di materiale elettricamente isolante e meccanicamente resistente. I tasselli non dovranno occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e saranno in numero tale che in nessun caso i tubi possano venire a contatto per flessione. I tubi-guaina saranno dotati di adeguato rivestimento esterno; i tubi di sfiato dei tubi-guaina saranno realizzati in modo da non avere contatti metallici con le condotte.

Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati

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

- nei parallelismi, se eccezionalmente si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, verrà controllato anzitutto il rivestimento con particolare cura mediante un rilevatore a scintilla per verificarne in ogni punto la continuità e sarà poi eseguito un rivestimento supplementare (come quello per la protezione dei giunti nei tubi di acciaio); nella eventualità che possano verificarsi contatti fra le parti metalliche, saranno inseriti tasselli di materiale isolante (p.e. tela bachelizzata, PVC, ecc.) dello spessore di almeno 1 cm;
- negli incroci verrà mantenuta una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente si dovesse ridurre, sarà eseguito un rivestimento supplementare come sopra per una estensione di 10 m a monte e 10 m a valle; se esiste il pericolo di contatto fra le parti metalliche (p.e. per assestamenti del terreno), verrà interposta una lastra di materiale isolante con spessore di almeno 1 cm, larghezza eguale a 2 ÷ 3 volte il diametro del tubo maggiore e lunghezza a seconda della posizione della condotta rispetto alle altre tubazioni o cavi.

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

Attraversamenti di pareti e blocchi in calcestruzzo

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

Sostegni per condotte aeree

Fra la tubazione e le sellette di appoggio saranno interposte lastre o guaine di materiale isolante (p.e. Polietilene, gomma telata, ecc.) sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata che in quelli in cui la condotta è ancorata ai sostegni mediante collare di lamiera e zanche di ancoraggio.

Art.16 Rinterro

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti. Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi. Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la

generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi. Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori. Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro. Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto. A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro. Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca 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, l'Appaltatore, 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.

Cap.3 Costruzione dei vari tipi di condotta

Art.17 Costruzione delle condotte in ghisa sferoidale

Trasporto

Per il trasporto dei tubi di ghisa saranno realizzati appoggi accurati e stabili, collocando appositi intercalari in legno sia sul piano di carico che fra i vari strati di tubi. Le operazioni di carico e scarico devono essere effettuate sollevando i tubi o dalla parte centrale per mezzo di "braghe" o " tenaglie" rivestite o dalle estremità per mezzo di ganci ricoperti in gomma, atti a non danneggiare il rivestimento cementizio interno. Saranno evitate manovre brusche ed urti che possano provocare deformazioni delle estremità lisce dei tubi e conseguenti distacchi dei rivestimenti interni.

I tubi di ghisa possono essere accatastati:

- sulla stessa verticale con orientamento unico; essi poggiano su due intercalari in legno situati ad un metro circa dalle due estremità;
- a "testa-coda"; essi sono disposti in "quinconce": quelli dello strato inferiore poggiano su una generatrice e quelli degli strati superiori su due generatrici; questa disposizione richiede che i tubi dello strato inferiore siano posati su un intercalare in legno di altezza tale che i bicchieri non tocchino terra.

Con l'uno o l'altro sistema verranno limitate le altezze delle pile e, quindi, il numero degli strati in funzione inversa del diametro dei tubi, allo scopo di non sovraccaricare i tubi degli strati inferiori.

Posa in opera dei tubi in ghisa

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire, l'Impresa farà posare e quotare, con adeguato numero di picchetti sia i punti del fondo dello scavo che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia i punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 m.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo dello scavo predisponendo, ove sia stabilito dalla Direzione Lavori, l'eventuale letto di posa. I tubi verranno calati nello scavo con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. Prima di essere calati negli scavi l'interno dei tubi dovrà essere pulito accuratamente dalle materie che eventualmente vi fossero depositate quindi saranno battuti piccoli colpi di martello per accertare che non vi siano rotture, né soffiature, né camere d'aria.

La posa in opera dei tubi a bicchiere 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 destinata a sede della guarnizione;
- introdurre quest'ultima 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, diminuito di 10 mm;
- assicurato 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.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, 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 dei disegni di contratto e/o approvati dalla Direzione Lavori con le varianti che potranno essere disposte dalla stessa. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui

sono stati previsti sfiati e scarichi. Nel caso che nonostante tutto, queste si verificassero, l'Impresa dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, compreso quelle di rimuovere la tubatura 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 Lavori. Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea debbono essere rigorosamente disposti su una retta. Sono ammesse deviazioni angolari nei limiti previsti dal fabbricante e secondo le modalità stabilite dalla Direzione Lavori, allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio. I tubi debbono essere disposti in modo da appoggiare sul sottofondo per tutta la loro lunghezza.

Taglio dei tubi

Quando, nel corso delle operazioni di posa delle tubazioni, sia necessario tagliare - fuori o dentro gli scavi - tubi di ghisa normale o sferoidale di lunghezza standard per ricavarne tronchetti o spezzoni, vi si provvederà:

- per i tubi di ghisa normale, con i comuni attrezzi "tagliatubi" del tipo di quelli usati dalle aziende di gestione acqua e gas;
- per i tubi di ghisa sferoidale, con tagliatubi speciali indicati dalle case fornitrici dei tubi stessi.

Per il taglio dei tubi saranno seguite le seguenti istruzioni.

1) Nel caso di taglio fuori scavo disporre il tubo da tagliare su appoggi abbastanza alti da consentire la libera e completa rotazione del tagliatubi; bloccare il tubo con una chiave a catena, in modo da impedirne la rotazione sotto l'azione del tagliatubi. In caso di taglio di tubi già posti nello scavo, praticare una nicchia sufficientemente ampia al disotto del punto da tagliare.
2) Accertarsi che le rotelle predisposte sul tagliatubi siano adatte al taglio del materiale tubolare (ghisa sferoidale o ghisa grigia); altrimenti sostituirle.
3) Dopo aver segnato sul tubo la sezione da tagliare, disporvi il tagliatubi serrando moderatamente il vitone con l'apposita leva a testa dentata.
4) Ruotare più volte, alternativamente, in senso orario e antiorario il tagliatubi, in modo che le rotelle si dispongano in un unico solco su un piano perfettamente perpendicolare all'asse del tubo. Evitare accuratamente che le rotelle si "avvitino" intorno al tubo in diverse spire.
5) Serrare fortemente il vitone del tagliatubi in modo che le rotelle aderiscano al tubo con una giusta pressione, tale da consentire l'incisione della parete, senza che la rotazione del tagliatubi sia resa eccessivamente difficile, da poter provocare la rottura delle rotelle: in linea di massima deve essere sufficiente, per i diametri più grandi, l'azione contemporanea di due operai.
6) Ruotare di un giro completo il tagliatubi (o alternativamente, più volte, nel caso in cui la forma del tagliatubi non consenta la rotazione completa) fino a fare ridurre sensibilmente la resistenza di attrito delle rotelle sul tubo.

7) Stringere nuovamente il vitone del tagliatubi con le modalità indicate al punto 5) e ripetere le operazioni fino ad ottenere il taglio del tubo.

Nei tubi in ghisa sferoidale con rivestimento interno cementizio il taglio con tagliatubi deve essere limitato al solo spessore della parete metallica: ciò al fine di non danneggiare le rotelle o gli utensili in acciaio speciale. Il taglio della parete interna cementizia potrà essere facilmente ottenuto percuotendo uno dei due monconi. A seguito del taglio si effettueranno in cantiere, sulle estremità risultanti dal taglio stesso, le operazioni di spazzolatura dell'eventuale strato di ossidazione esterno, di arrotondamento del bordo esterno dell'estremità liscia da montare, di controllo della circolarità della sezione tagliata e di rettifica della eventuale ovalizzazione, con le modalità seguenti.

1. Spazzolatura: sarà eliminato l'eventuale strato di ossido (ruggine) interposto fra la parete metallica e la vernice esterna. Può essere impiegata allo scopo una normale spazzola metallica manuale o una spazzola circolare rotativa azionata elettricamente o ad aria compressa. La spazzolatura non deve assolutamente essere spinta in profondità ma deve interessare soltanto la sottile pellicola esterna di ossidazione senza intaccare la massa metallica della parete. La zona da spazzolare deve avere una larghezza pari alla profondità del bicchiere corrispondente. Verrà poi, ripristinato, con vernice a base di catrame o bitume, lo strato di rivestimento esterno.
2. Arrotondamento: solo nel caso di spezzoni da montare in bicchieri di tubi con giunto RAPIDO è necessario procedere all'arrotondamento del bordo esterno dell'estremità tagliata. Ciò in quanto l'introduzione forzata dell'estremità a spigolo vivo sarebbe più difficile e potrebbe comportare il danneggiamento della guarnizione di gomma. Per tutti gli altri tipi di giunto l'operazione può essere limitata alla semplice eliminazione di eventuali "bave" di taglio. L'arrotondamento può essere fatto con una normale lima manuale adatta al materiale o, più rapidamente, con una mola rotativa.
3. Controllo della circolarità e rettifica della ovalizzazione: servendosi di un compasso o di un comune metro millimetrato, verificare le dimensioni di alcuni diametri esterni della sezione risultante dal taglio, individuando e annotando, se vi sono differenze, il diametro esterno massimo e quello minimo. La differenza millimetrica fra i due diametri costituisce il "grado di ovalizzazione". Superato il massimo grado di ovalizzazione (cioè le differenze tra diametri massimo e minimo) verrà effettuata la RETTIFICA in cantiere della sezione ovalizzata, secondo le istruzioni della Ditta fornitrice dei tubi.

Posa in opera di raccordi ed accessori di ghisa sferoidale

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla Direzione 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:

1. I pezzi a T ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetto squadro rispetto all'asse della conduttura, con la diramazione orizzontale o verticale secondo quanto indicato sul progetto

o richiesto dalla Direzione Lavori.

2. Riduzioni - Per passare da un diametro ad un altro si impiegheranno riduzioni tronco-coniche o "flange di riduzione".
3. Saracinesche di arresto e di scarico - Le saracinesche di arresto saranno collocate nei punti indicati dai disegni o dalla Direzione Lavori all'atto della loro esecuzione. Le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più bassi della condotta tra due rami di pendenza contrari, 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 di quello della tubazione nella quale debbono essere inserite.
4. Sfiati automatici - Gli sfiati automatici da collocarsi o nei punti più alti della condotta, quando ad un ramo ascendente ne succede uno discendente, o 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 conduttura principale.

Giunzioni dei tubi di ghisa sferoidale

La deviazione angolare consentita, sia per i tubi con giunto automatico che meccanico, è di 5° per i tubi sino DN 150, 4° per DN 200 ÷ 300, 3° per DN 350 ÷ 500, 2° per DN 600 ÷ 700.

1) Con giunto automatico (RAPIDO)

Lubrificazione della sede della guarnizione

Pulito l'interno del bicchiere e l'anello di tenuta in gomma, si lubrifica, con l'apposita pasta fornita a corredo dei tubi, la parte interna del bicchiere destinata a sede della guarnizione, nella quantità strettamente necessaria a formare un leggero velo lubrificante. In sostituzione della apposita pasta si può usare solo vasellina industriale, con esclusione di altri lubrificanti quali grassi e oli minerali, vernici, ecc.

Inserimento e lubrificazione della guarnizione

Si introduce la guarnizione nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere, con le "labbra" rivolte verso l'interno del tubo, curando in modo particolare che l'intradosso sia perfettamente circolare e non presenti rigonfiamenti o fuoriuscite. Si lubrifica, con le stesse modalità del paragrafo precedente, la superficie interna conica della guarnizione.

Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo

Servendosi di un apposito calibro, si traccia sull'estradosso della canna del tubo una linea di fede ad una distanza dall'estremità liscia del tubo pari alla profondità d'imbocco del bicchiere corrispondente, diminuita di 5 ÷ 10 mm. Si lubrifica con la pasta l'estremità liscia del tubo limitatamente al tratto da imboccare.

Centramento e controllo della coassialità

Si imbocca l'estremità liscia del tubo e si controlla il centramento mediante un righello metallico calibrato da introdurre nello spazio anulare fra l'interno del bicchiere e l'esterno della canna,

fino a toccare la guarnizione. Si verifica la coassialità dei tubi contigui, correggendo eventuali irregolarità del fondo scavo; saranno ammesse deviazioni sino ad un massimo di 5° per consentire la formazione di curve a grande raggio.

Disposizione dell'attrezzo di trazione e degli accessori

Per tubi da DN 60 a DN 125 può essere impiegata una leva semplice. Per tubi da DN 150 a DN 600 viene normalmente impiegato un apparecchio da trazione tipo "TIRFORT" con relativi accessori o, in alternativa, macchine operatrici tipo escavatori, motopale, ecc.; in quest'ultimo caso, la successiva operazione di inserimento sarà effettuata con la cura e gradualità necessarie a mantenere la distanza al fondo del bicchiere, come precisato al paragrafo *"Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo*".

Messa in tiro e controllo penetrazione

Agendo sulla leva dell'apparecchio, si introduce il tubo fino a far coincidere la linea di fede di cui al punto "*Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo*" con il piano frontale del bicchiere. All'atto della messa in tiro è normale che il tubo presenti una certa resistenza iniziale alla penetrazione; questa limitata resistenza coincide con la prima penetrazione in corrispondenza della guarnizione ed è, in genere, crescente col diametro dei tubi. Se si dovessero verificare resistenze eccessive, esse dovrebbero considerarsi anomale e dipendenti da un difettoso assetto della guarnizione nella sua sede o da una smussatura non appropriata dell'estremità liscia del tubo; in questo caso è necessario non insistere nella manovra; occorre invece estrarre il tubo e controllare l'assetto della guarnizione o migliorare, mediante mola o lima, la geometria della smussatura.

2) Con giunto meccanico (EXPRESS)

Pulito l'interno del bicchiere e l'estremità liscia con una spazzola d'acciaio ed un pennello, per eliminare, oltre che ogni traccia di terra o altro materiale estraneo, eventuali grumi di vernice, si procede come appresso.

Sistemazione della controflangia e della guarnizione - Nicchie

Si inserisce la controflangia sull'estremità liscia del tubo rivolgendo al bicchiere corrispondente la parte concava della controflangia stessa. Si inserisce la guarnizione sull'estremità liscia del tubo tenendo lo smusso in direzione opposta rispetto alla controflangia. Si scava al di sotto del giunto una nicchia sufficientemente ampia da consentire l'avvitamento dei bulloni nella parte inferiore del giunto.

Introduzione del tubo, controllo coassialità e centramento - Controllo del grado di penetrazione

Si imbocca l'estremità liscia del tubo e si verifica la coassialità e il centramento dei tubi contigui correggendo eventuali irregolarità del fondo scavo. Si verifica 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 che nel corso delle successive operazioni il tubo non subisca spostamenti longitudinali.

Introduzione della guarnizione e sistemazione della controflangia

Si fa scorrere la guarnizione sulla canna, sistemandola nella sua sede all'interno del bicchiere (se l'estremità liscia del tubo è ben centrata e i due tubi sono coassiali, questa operazione è molto facile da realizzare) e curando che la superficie frontale della guarnizione risulti ben assestata su tutta la circonferenza, senza rigonfiamenti nè fuoriuscite. Si fa scorrere la controflangia sulla canna fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza.

Sistemazione e serraggio bulloni

Si sistemano i bulloni ed avvitano i dadi a mano sino a portarli a contatto della controflangia e si verifica il corretto posizionamento di questa imprimendo due o tre piccoli spostamenti rotatori nei due sensi. Si serrano progressivamente i dadi per passate successive e su punti diametralmente opposti. Per le chiavi da usare: anche per il controllo delle coppie di serraggio, si seguiranno le istruzioni della ditta fornitrice delle tubazioni.

Art.18 Costruzione delle condotte in PVC

Trasporto

Nel trasporto delle tubazioni bisognerà appoggiare i tubi per tutta la lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni. Si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati. Le imbragature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon; se si usano cavi di acciaio i tubi dovranno essere protetti nella zona di contatto con essi. Le operazioni di carico e scarico dovranno essere fatte con cura. I tubi non dovranno essere buttati nè fatti strisciare, ma dovranno essere accuratamente sollevati ed appoggiati. I tubi dovranno essere accatastati su una superficie piana per una altezza massima di m. 1,50 per evitarne possibili deformazioni nel tempo. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo dovranno essere protetti dai raggi solari diretti. Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno sull'altro. Ciò infatti provocherebbe certamente l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori. I raccordi e i pezzi speciali devono essere forniti finché possibile in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro o con altri materiali pesanti.

Posa in opera dei tubi in PVC

Modalità degli scavi

Il tipo di scavo previsto in progetto in base alla valutazione dei carichi, al tipo di terreno e all'organizzazione di cantiere deve essere "scrupolosamente" realizzato nella fase esecutiva. In sede esecutiva, quindi, è essenziale la corrispondenza scrupolosa tra il progetto e l'effettiva realizzazione. Il tipo di scavo previsto in progetto è quello a trincea stretta e risulta essere la

migliore sistemazione nella quale collocare un tubo in PVC-U. La tubazione è alleggerita dal carico sovrastante, trasmettendo parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto stesso è sottoposto. Le trincee devono essere realizzate senza cunette o asperità, in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione.

Letto di posa

Alla canalizzazione in PVC-U deve essere assicurato un letto di posa stabile e a superficie piana, nonché libero da ciottoli, pietrame ed eventuali altri materiali. Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. Il materiale utilizzato in condizioni di posa normali è la sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm. Nei tracciati in pendenza è consigliabile evitare sabbie preferendo ghiaia o pietrisco senza spigoli tagliati di pezzatura massima pari a 10/15 mm. Il materiale deve poi essere accuratamente compattato e raggiungere uno spessore di almeno 15 cm.

Norme di compattazione e controlli qualitativi

Poiché le tubazioni di PVC-U sono flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, poiché il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto. Per assicurare la stabilità e l'integrità nel tempo delle condotte costruite, si precisa, quale norma per l'appaltatore, che il letto di posa, il rinfianco ed il primo ricoprimento delle tubazioni in PVC-U, devono essere eseguiti con la scrupolosa applicazione di quanto riportato nelle presenti norme. Il grado di compattazione del materiale costituente il rinfianco influisce in modo determinante sul valore di deformazione diametrale (Δx/D) della tubazione; tale valore, che non deve superare i limiti ammissibili stabiliti, è ricavabile dalla formula di Spangler:

$$\Delta x = \frac{0{,}125 * Q}{E \cdot \left(s/D\right)^3 + 0{,}0915 \cdot E_1}$$

dove:

Q = carico totale esterno sul tubo [kg/m];
E = modulo elastico del tubo [kg/m2];
s = spessore tubo [m];
D = diametro del tubo [m];
E1 = modulo elastico del terreno [kg/m2].

In particolare, E1 dipende dal fattore α' di compattazione secondo la relazione:

$$E_1 = \frac{9 \cdot 10^4}{\alpha'} \cdot (H + 4)$$

dove H (m) è l'altezza del riempimento misurata a partire dalla generatrice superiore del tubo. A sua volta α' è collegato all'indice Proctor, nel modo indicato dalla tabella seguente: 1,5[2]

Prova Proctor	α'
95%	1,0
90%	1,5

85%	$1,5^2$
80%	$1,5^3$
75%	$1,5^4$

L'indice Proctor definisce convenzionalmente il grado di compattazione di un terreno. Per le tubazioni di PVC-U deve essere considerato un **indice di Proctor almeno pari al 90%**. L'ottenimento del valore richiesto per l'indice Proctor deve essere verificato mediante l'esecuzione di apposite prove e relative certificazioni, il cui numero è stabilito in fase di progettazione. Le suddette prove, definite "prove di costipamento e determinazione delle caratteristiche di densità dei materiali", devono essere effettuate col metodo AASHO standard con 4 punti della curva densità/contenuto d'acqua. Per ottenere la densità richiesta si utilizzano opportuni metodi di costipamento (a mano, con pigiatoi piatti o con apparecchi meccanici leggeri).

Posa del tubo

Prima della posa in opera, i tubi devono essere ispezionati singolarmente per scoprire eventuali difetti; i codoli e i bicchieri devono essere integri. I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri (anche se l'ingombro del bicchiere è minimo, è buona norma prevedere una nicchia in corrispondenza del suo appoggio) devono, se necessario, essere accuratamente riempite onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri.

Procedura di rinterro

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della messa in opera. Trattandosi, infatti, di tubazioni in PVC-U, l'uniformità del terreno è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto. Il materiale già usato per la costruzione del letto è sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20 cm, fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che lo strato di rinfianco tra tubo e parete sia continuo e compatto. Il secondo strato di rinfianco giunge fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione deve essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato arriva a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo. La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. Il costipamento del riempimento che avvolge il tubo deve essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata. L'ulteriore riempimento è effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali; va eseguito per strati successivi pari a 20 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati, in modo tale che la densità della terra in sito raggiunga, a costipazione effettuata, il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata. Il materiale più grossolano (pietriccio con diametro > 2 cm) non deve superare il limite del 30%.

Condizioni di posa particolari

In presenza di falda freatica bisogna assicurarsi che detta falda non possa provocare in alcun modo spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. Occorre, allo scopo, consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, evitando ogni possibile instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura. Qualora nel corso dei lavori si verifichino, per tratti limitati, condizioni di posa più gravose di quelle di progetto (sgrottamento delle pareti, frane, ecc.) si deve procedere ad opere di protezione che riconducano le condizioni di posa a quelle prescritte, con la realizzazione d'appositi muretti di pietrame o calcestruzzo atti a ridurre la lunghezza della sezione di scavo, o d'altra opportuna soluzione autorizzata dalla Direzione Lavori. Nel caso in cui, per ragioni tecniche, l'altezza di ricoprimento in qualche punto debba risultare inferiore ai minimi prescritti, occorre far assorbire i carichi verticali da opportuni manufatti di protezione (diaframmi rigidi di protezione e di ripartizione dei carichi da collocare sopra l'ultimo strato di materiale minuto compatto), secondo apposito ordine della Direzione Lavori. In caso di attraversamento di linee ferrovie, si può:

- prevedere un tubo guaina protettivo in acciaio rivestito;
- posare la tubazione in un cunicolo in cemento armato.

Esecuzione delle giunzioni

Le giunzioni si effettuano rispettando le seguenti indicazioni, sia per i tubi sia per i pezzi speciali:

Giunzioni di tipo rigido

Si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- eliminare le bave nella zona di giunzione;
- eliminare ogni impurità dalle zone di giunzione;
- rendere uniformemente scabre le zone di giunzione, trattandole con carta o tela smerigliate di grana media;
- completare la preparazione delle zone da incollare, sgrassandole con solventi adatti;
- mescolare accuratamente il collante nel suo recipiente prima di usarlo;
- applicare il collante nelle zone approntate, ad avvenuto essicamento del solvente, stendendolo longitudinalmente, senza eccedere, per evitare indebolimenti della giunzione stessa;
- spingere immediatamente il tubo, senza ruotarlo, nell'interno del bicchiere e mantenerlo in tale posizione almeno per 10 secondi;
- asportare l'eccesso di collante dall'orlo del bicchiere;
- attendere almeno un'ora prima di maneggiare i tubi giuntati;
- effettuare le prove di collaudo solo quando siano trascorse almeno 24 ore.

Giunzioni di tipo elastico

Si osserveranno le seguenti indicazioni:

- provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre;
- togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua

sede;
- segnare sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento: a tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta, si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interasse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm) si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.);
- infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede.

La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione; le prove di collaudo possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.

Prove delle condotte

Le prove dovranno essere attuate secondo i metodi di prova specificati nei rispettivi prospetti della norma UNI EN 1401-1, usando i parametri indicati secondo i casi, e verificando che la tubazione ed i raccordi presentino caratteristiche chimiche, meccaniche e fisiche conformi ai valori indicati nei prospetti stessi. Dal punto di vista funzionale il collaudo deve verificare:
- la deformazione diametrale;
- la perfetta tenuta idraulica della tubazione in accordo con quanto previsto, per tutti i materiali dalla legge Merli n°319 del 10/5/1976 (supplemento G.U. n°48 del21/2/77).

Le prove dovranno essere opportunamente programmate ed effettuate con il progredire dei lavori di posa della canalizzazione, a discrezione della DL..

Deformazione diametrale

La deformazione diametrale deve essere inferiore ai valori consigliati dalla raccomandazione ISO/DTR 7073. La verifica può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono), o mediante strumenti ottici (telecamere). Nei casi in cui si presentano dei valori di deformazione superiori a quelli stabiliti, bisognerà verificare se le deformazioni sono dovute a sovraccarichi locali oppure ad un accatastamento disuguale determinato dalla diversa resistenza dei letti di posa (con conseguente flessione longitudinale).

Tenuta idraulica

La tubazione, alle due estremità, verrà chiusa con tappi a perfetta tenuta dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta. La tubazione dovrà essere accuratamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica. Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria, curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria. Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo) sarà applicata alla

parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa. Nel caso di canalizzazioni a forti pendenze, può essere necessario effettuare la prova per sezioni, onde evitare pressioni eccessive. Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento. La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale. La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore. Solo ad esito positivo della suddetta prova, si procederà al totale rinterro del tronco in esame.

Art.19 Costruzione delle condotte in P.R.F.V.

Trasporto

In stabilimento, i tubi vengono imballati e caricati in funzione del tipo di trasporto. Il sollevamento deii tubi deve essere effettuato solo singolarmente con cinghie di sollevamento (non usare ganci e cavi metallici). Se i tubi sono disposti su un terreno pianeggiante, quest'operazione può essere effettuata anche con l'uso di rulli idonei. I tubi devono essere depositati su una base piana (evitare sempre spigoli e punti d'appoggio) e devono essere protetti da danneggiamenti meccanici. Le guarnizioni dei tubi devono essere mantenute pulite. Si possono usare eventualmente degli appoggi in legno e delle assi per separare le file orizzontali dei tubi.

Posa in opera dei tubi in P.R.F.V.

Costruzione della trincea

La larghezza della trincea sarà quella risultante dalla quota di posa del tubo, che si evince dai disegni di progetto. 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 15 cm. 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.

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:

1. da 0 a 25 passante vaglio ASTM 200 (o analogo)
2. da 5 a 100 passante vaglio ASTM 40 (o analogo)
3. da 10 a 100 passante vaglio ASTM 10 (o analogo)
4. da 20 a 100 passante vaglio ASTM 4 (o analogo)
5. da 30 a 100 passante vaglio ASTM 3,5 (o analogo)
6. 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 è 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 mescola degli stessi. Si stabiliscono, per qualsiasi profondità di interramento, le seguenti modalità di posa:

1. realizzazione della trincea con scavo a sezione obbligata, con larghezza costante, fino al piano di posa della condotta;
2. realizzazione di un letto di posa di spessore minimo pari a 15 cm, costituito da ghiaietto bianco di fiume a spigoli arrotondati della pezzatura da mm 15 a mm 25;
3. alloggiamento della condotta in PRFV nello scavo realizzato e poggiata sul letto di posa realizzato così come descritto al punto precedente;
4. realizzazione di rinfianco primario ai lati della condotta con ghiaietto bianco di fiume a spigoli arrotondati della pezzatura da mm 15 a mm 25, fino ad un'altezza pari al 70% del diametro;
5. rinfianco secondario con materiale sottile (sabbia), costipato per strati non superiori a 30 cm e fino a 15 cm al di sopra della giacitura superiore della condotta;
6. rinterro con materiale proveniente dallo scavo fino alla quota di piano campagna.

Procedura di reinterro

Il rinterro 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 rinterro 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 vibratori 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.

Prove delle condotte

Rivestimento e riempimento propriamente detto

Si può verificare l'adeguatezza del rivestimento controllando che il costipamento e/o le deformazioni del tubo siano conformi alle prescrizioni. Si può verificare l'adeguatezza del riempimento propriamente detto controllando il costipamento.

Costipamento

Se necessario, si deve controllare il grado di costipamento dell'appoggio, del riempimento laterale e del riempimento propriamente detto.

Deformazioni del tubo

Se necessario, si devono controllare le variazioni verticali del diametro dei tubi flessibili per verificare che siano conformi al progetto di installazione.

Art.20 Collaudo delle tubazioni

Collaudo reti in pressione

Il collaudo idraulico deve essere eseguito sulle condotte posate per verificare l'integrità e la funzionalità dei tubi, dei giunti, dei raccordi e degli altri componenti della condotta. Le operazioni di collaudo in campo possono essere ordinate, controllate e verbalizzate dal Direttore dei Lavori, il quale sottopone i relativi documenti al Collaudatore che, a sua volta, ha la facoltà di richiedere la ripetizione delle prove prescritte (DM 12/12/85). Le operazioni di collaudo sono regolate dalla Norma UNI EN 805:2002 *"Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici"* e dal D.M. 12/12/1985 *"Normativa Tecnica per le Tubazioni"* e successive modifiche e integrazioni. La pressione di collaudo, *pc*, è pari a 10 bar per condotte con pressioni di esercizio fino a 7 bar, mentre per condotte con pressioni di esercizio superiori, *pc* =1.2PFA+5bar. I tratti da sottoporre a collaudo non devono superare i 500m di lunghezza, indipendentemente dal materiale, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori e devono essere compresi tra due saracinesche (almeno una saracinesca ogni 500m). Le operazioni di collaudo, secondo il DM 12/12/85, da eseguirsi dopo la posa delle condotte, consistono in una prima fase di lavaggio a cui segue il riempimento della condotta con acqua a pressione atmosferica. L'immissione dell'acqua deve avvenire dal basso della condotta in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria. Successivamente, tramite pompaggio continuo, la pressione all'interno della condotta viene portata fino al valore di collaudo. Una volta stabilizzato il valore di pressione a 10 bar, è necessario monitorare eventuali variazioni tramite manografo tarato e/o strumenti elettronici per un intervallo di tempo abbastanza ampio da rilevare anche piccole perdite.

L'entità degli intervalli dipende dal materiale della tubazione, come riportato nella tabella seguente.

MATERIALE	PRESSIONE DI COLLAUDO	INTERVALLO DI CARICO
GHISA	10 bar	8 ore
ACCIAIO	10 bar	8 ore
MATERIALI PLASTICI	10 bar	10 ore

Il collaudo secondo la Norma UNI EN 805 si articola in tre fasi successive:

- Fase preliminare;
- Prova di perdita di carico integrata;
- Prova principale.

Nella fase preliminare sono previsti il lavaggio, il riempimento della condotta a pressione atmosferica per la fuoriuscita dell'aria e, dopo 60 minuti, la messa in carico rapida (in meno di 10 minuti) alla pressione di collaudo *pc* da mantenere per 30 minuti mediante pompaggio continuo; in questo periodo deve essere monitorato il tratto sottoposto a collaudo per l'individuazione di eventuali perdite evidenti. Successivamente, è necessario interrompere il pompaggio per 60 minuti e misurare la pressione residua al termine di questo periodo. Questa prima fase è da considerarsi superata se la diminuzione di pressione è inferiore 0.5 bar. La prova di perdita di carico integrata ha luogo a partire dal valore di pressione misurato al termine della fase preliminare diminuito di un ulteriore 10-15% della pressione di collaudo iniziale, mediante scarico dell'acqua. Il volume di acqua rimosso, *ΔV*, deve essere confrontato con la perdita di acqua ammissibile, *ΔVmax*, pari a:

$$\Delta V_{max} = 1.2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot (\frac{1}{E_w} + \frac{D}{s \cdot E_r})$$

dove

ΔVmax è la perdita di acqua ammissibile [l];

V è il volume della sezione del tratto di tubazione sottoposto a prova [l];

ΔP è perdita di pressione [kPa];

D è il diametro interno dei tubi [m];

Ew è il modulo di elasticità dell'acqua pari a $2 \cdot 10^6$ kPa

s è lo spessore del tubo [m]

Er è il modulo elastico della parete del tubo in direzione circonferenziale [kPa]

La prova è da ritenersi superata quando *ΔV ≤ ΔVmax.*

Nella prova principale, viene misurato l'incremento di pressione generato dalla contrazione della tubazione conseguente allo scarico rapido dell'acqua eseguito nella precedente fase. Le misurazioni devono essere effettuate ogni 30 minuti. Tale prova è da considerarsi superata se la pressione mostra una tendenza ad aumentare nel tempo.

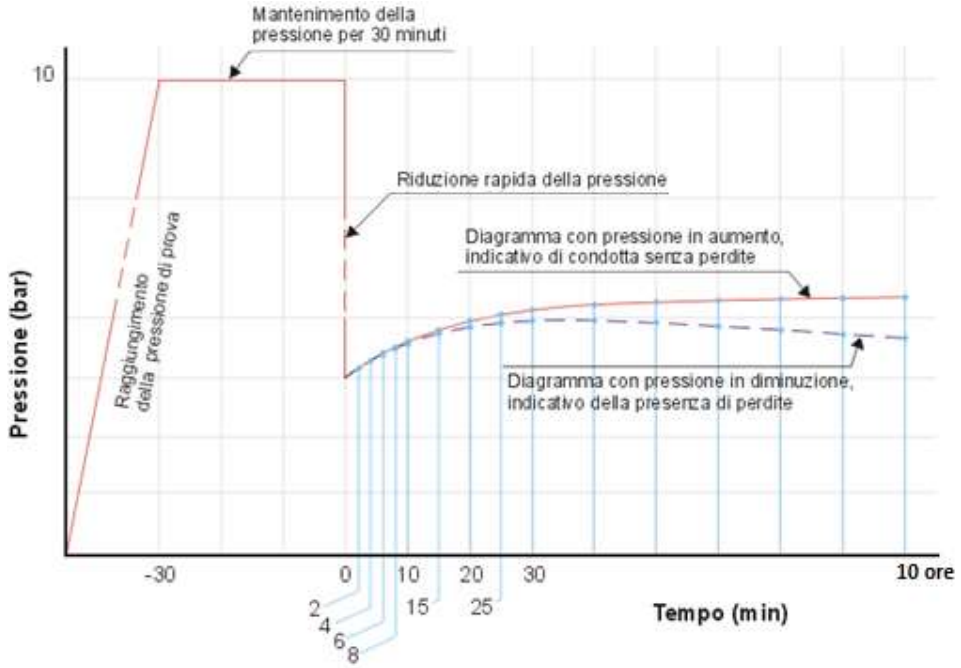


Diagramma tipo delle pressioni per collaudo su materiali plastici

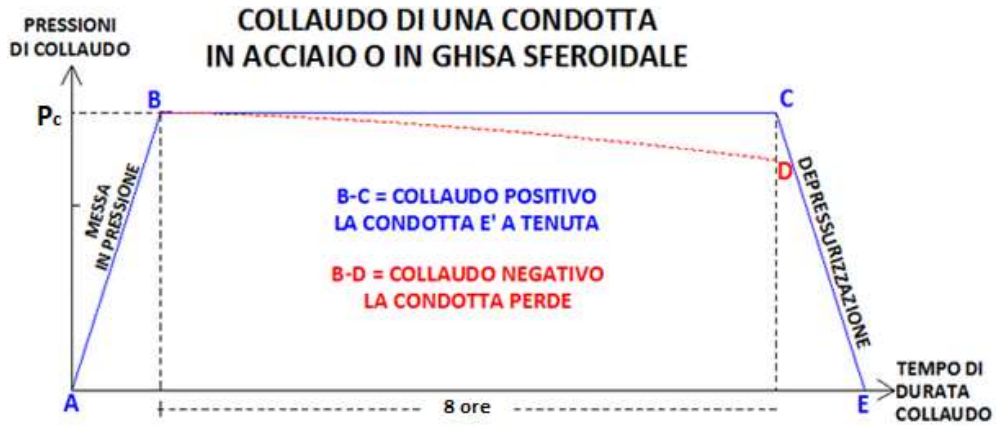


Diagramma tipo delle pressioni per collaudo su ghisa e acciaio

Al termine del collaudo deve essere eseguita la sanificazione della condotta mediante clorificazione e analisi batteriologica dell'acqua. La prova di collaudo deve essere eseguita sulla condotta installata comprensiva di tutti i raccordi e gli allacci che durante la fase di riempimento della condotta sono lasciati aperti per il tempo necessario alla fuoriuscita dell'aria presente in condotta. La lunghezza di ogni tratta di condotta da collaudare può variare con il diametro ed il tipo di condotta, il tipo ed il numero dei giunti e delle apparecchiature installate, il tracciato e la natura del terreno attraversato, ma comunque sempre non superiore a 500 metri. La condotta da collaudare dovrà essere chiusa all'estremità mediante flange imbullonate o mediante tappi saldati. È necessario sfiatare dell'aria nei punti più alti della condotta. La presenza di aria residua influisce negativamente sul risultato del collaudo. Il punto di pompaggio della pressione deve

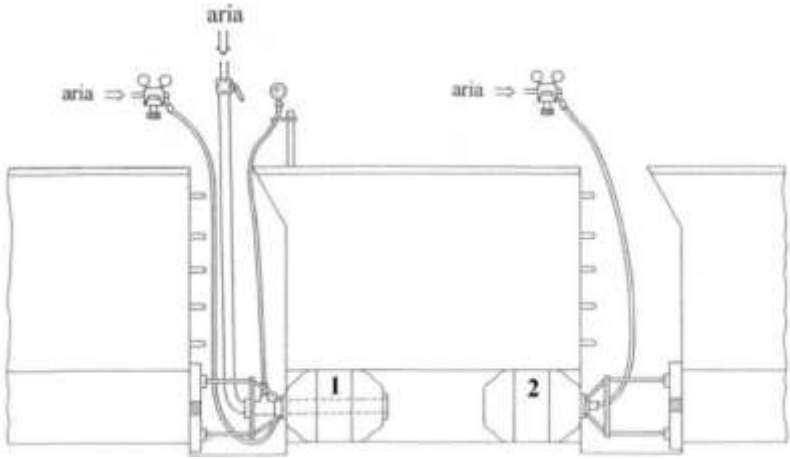
essere collocato, quando possibile, nella parte più bassa della condotta per favorire l'espulsione dell'aria durante il riempimento. Questa posizione consente inoltre la lettura del massimo carico idrostatico e un maggior controllo durante l'esecuzione della prova. Il collaudo deve essere eseguito dopo il ricoprimento della condotta. Durante il collaudo la temperatura della tratta non deve subire variazioni significative. Dopo aver effettuato il ricoprimento è quindi opportuno attendere almeno 24 ORE prima di effettuare il collaudo, affinché la temperatura dell'intera tratta si stabilizzi. Le parti eventualmente scoperte della condotta devono essere protette contro variazioni di temperatura dovute all'esposizione solare. Tutte le guarnizioni e valvole di non ritorno devono essere controllate prima dell'esecuzione della prova.

Collaudo fognature

Il collaudo per condotte con scorrimento a gravità è effettuato sulla base della normativa UNI EN 1610 attraverso la quale viene verifica la tenuta delle tubazioni. Per le tubazioni di scarico, il collaudo può essere effettuato mediante prove a tenuta ad aria o ad acqua a secondo delle disposizioni della Direzione Lavori.

Collaudo con Aria

La prova di tenuta delle tubazioni con aria consiste nel posizionare, sia a monte che a valle, degli otturatori pneumatici ("1" e "2" nel grafico successivo) dotati di valvola passante per il riempimento con aria della condotta (a mezzo compressore) e di valvola passante per il collegamento della condotta ad una attrezzatura per il rilievo e la registrazione della pressione; la Direzione Lavori è tenuta ad indicare quale fra i quattro metodi di collaudo ad aria eseguire (LA, LB, LC, LD)



Collaudo con metodo ad aria

Per ognuno di questi metodi, da normativa, è fornita la pressione iniziale *P0* a cui va portata l'aria all'interno della condotta e la massima caduta di pressione ΔP ritenuta accettabile dopo un tempo di prova stabilito in funzione del diametro della condotta e del materiale.

Pressione di prova, caduta di pressione e tempi di collaudo per il collaudo con aria

Materiale	Metodo di prova	p_0 [a]	Δ_p	Tempo di prova min						
		mbar (kPa)		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
Tubi di calcestruzzo non impregnato	LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	5	7	11	14	18
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	4	6	8	11	14
	LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	3	4	6	8	10
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
Valori di K_p [b]				0,058	0,058	0,053	0,040	0,0267	0,020	0,016
Tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali	LA	10 (1)	2,5 0,25)	5	5	7	10	14	19	24
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	6	7	11	15	19
	LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	4	5	8	11	14
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7
Valori di K_p [b]				0,058	0,058	0,040	0,030	0,020	0,015	0,012

a) Pressione superiore alla pressione atmosferica

b) $t = \frac{1}{K_p} \times \ln \frac{p_0}{p_0 - \Delta_p}$

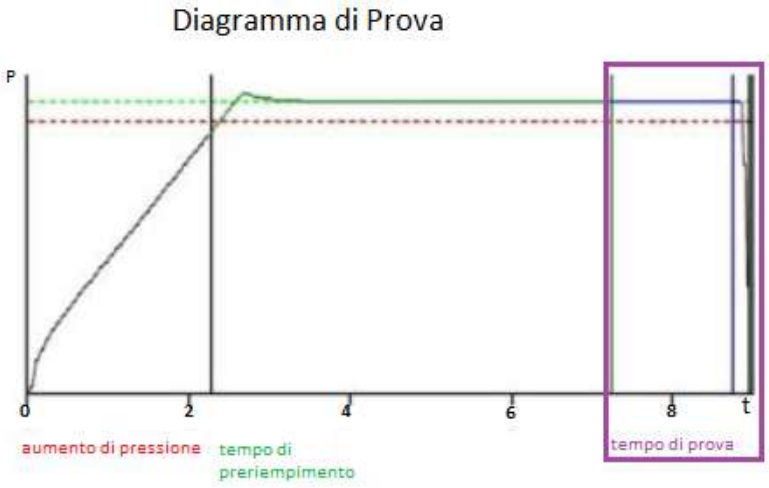
Per tubi di calcestruzzo non impregnato K_p = 16/DN con massimo 0,058.
Per tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali K_p = 12/DN con massimo 0,058.
Con t arrotondato al mezzo minuto più vicino quando $t \leq 5$ min, e al minuto più vicino quando $t > 5$ min.
Per tubi non sferici si devono calcolare le dimensioni nominali sostitutive.

Per diametri superiori si devono adottare i seguenti parametri ricavati dalla relazione di normativa riportata nella tabella precedente:

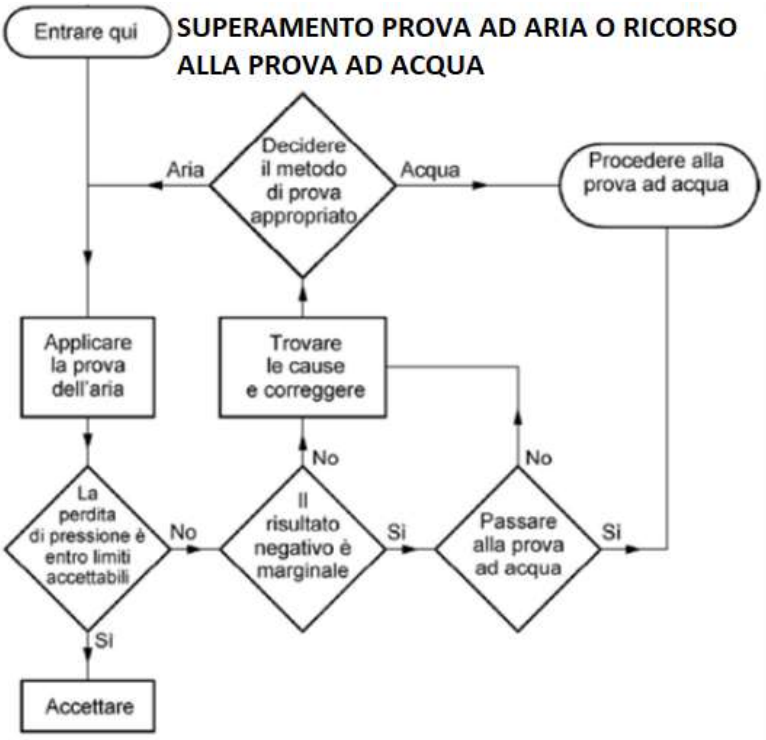
	Metodo di Prova	P0 [mbar]	ΔP [mbar]	Tempo di Prova [min]			
				DN1200	DN1300	DN1400	DN1600
CLS non impregnato	LA	10	2,5	22	23	25	29
	LB	50	10	17	18	20	22
	LC	100	15	12	13	14	16
	LD	200	15	6	6	7	8
Valori di Kp				0,013	0,012	0,011	0,010
CLS impregnato e tutti gli altri materiali	LA	10	2,5	29	31	34	38
	LB	50	10	22	24	26	30
	LC	100	15	16	18	19	22
	LD	200	15	8	8	9	10
Valori di Kp				0,010	0,009	0,009	0,008

L'installazione dei due otturatori alle estremità consente di isolare il tronco oggetto di collaudo dal resto della fognatura. Uno di questi dovrà essere dotato di by pass per insufflare l'aria all'interno sino al raggiungimento di una pressione maggiore di circa il 10% della pressione richiesta. Terminati i 5 minuti di assestamento, inizia il tempo di prova che varia a seconda del

metodo di collaudo (LA, LB, LC, LD) e del diametro della condotta. La pressione è rilevata costantemente da un sensore presente nell'impianto di collaudo che trasmette i dati ad un software per l'elaborazione contestuale del grafico di andamento della prova.



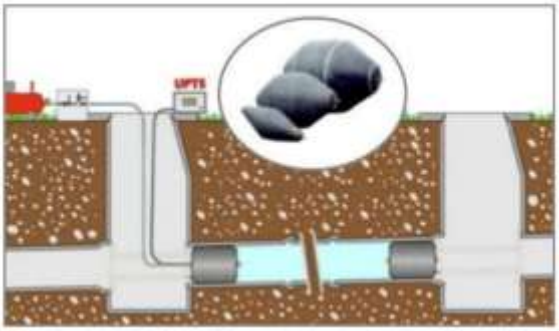
Al termine della prova di tenuta deve essere prodotto un verbale di collaudo completo dei dati del tronco testato e di grafico delle fasi di prova. Quando la caduta di pressione supera i limiti imposti dalla Normativa, la prova ad aria è da ritenersi non superata ed è necessario procedere al collaudo con la prova ad acqua.



Collaudo con acqua

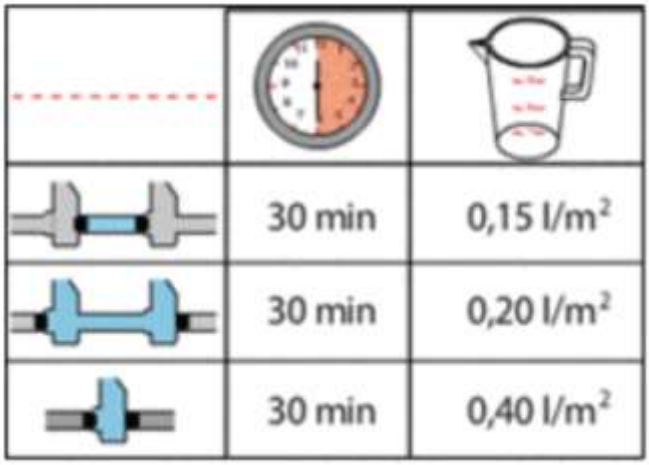
La prova con acqua consiste nell'isolare mediante otturatori pneumatici un tratto di condotta, comprensivo degli eventuali manufatti di ispezione, per una tratta caratterizzata da un dislivello,

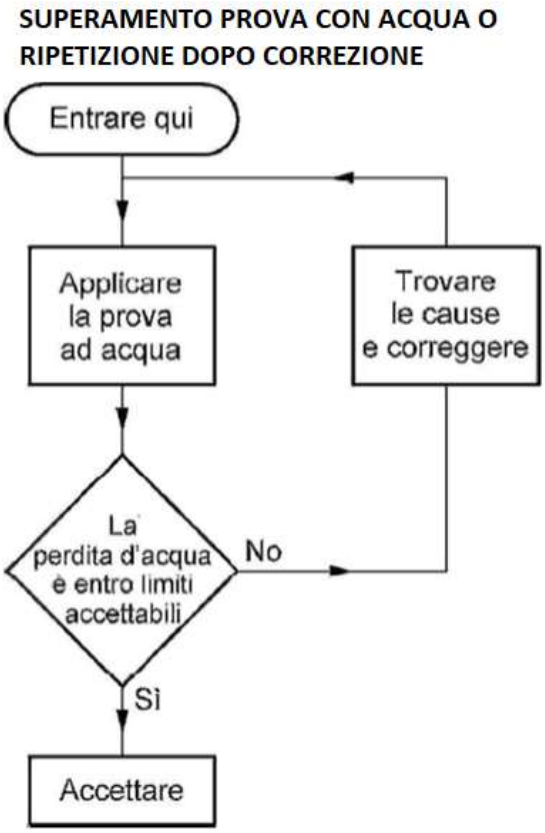
fra le due sezioni di estremità, non superiore a 50 cm. Attraverso il pozzetto di ispezione (o, se mancante, attraverso la valvola passante dell'otturatore) si procederà al riempimento della condotta sino a che l'acqua raggiunge il piano stradale in corrispondenza del pozzetto con chiusino altimetricamente più depresso. La pressione, misurata sulla generatrice superiore del tubo, sarà comunque compresa fra un valore minimo di 0,1 bar e un valore massimo di 0,5 bar.



Prima di procedere con le misurazioni, è necessario prevedere un tempo di stabilizzazione per la fuoriuscita totale dell'aria e per l'imbibimento del tubo pari almeno 60 minuti. Successivamente, nel corso della prova, della durata di 30 minuti, non si deve consentire, rabboccando con acqua, che la pressione di prova scenda di oltre 0,01 bar.
La prova è soddisfatta se la quantità di acqua aggiunta (nei 30 minuti) risulta inferiore o uguale ai seguenti valori specifici definiti con riferimento alla superficie interna bagnata:

- 0.15 l/m2 per le tratte che comprendono solo tubazioni;
- 0.20 l/m2 per le tratte che comprendono tubazioni e manufatti di ispezione;
- 0.40 l/m2 per le prove condotte solo su manufatti di ispezione.
-





Cap.4 Accessori

Art.21 Chiusini in ghisa sferoidale

I chiusini previsti nel presente progetto sono conformi alla norma UNI EN 124 dell' aprile 2015. Il chiusino deve essere di classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate) con telaio quadrato e guarnizione continua in polietilene anti odore, antirumore e anti basculamento, marchiato a rilievo con norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione.

L'altezza del telaio deve essere maggiore o uguale a 100mm.

Il peso deve essere maggiore o uguale di 65 (± 3%) Kg per luce netta di 600 mm.

I chiusini dei pozzetti di allaccio fognario avranno classe di resistenza C250, il peso deve essere maggiore o uguale di 18 kg per luce netta di 400 mm. L'altezza del telaio deve essere maggiore o uguale a 40 mm.

Si riportano di seguito gli articoli 6.1 e 9 della norma sopra citata.

Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

I materiali utilizzati per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, eccetto le griglie, possono essere i seguenti:

- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali precedenti in abbinamento con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato (escluso il calcestruzzo non armato).

L'uso dell'acciaio laminato è ammesso solo se è assicurata una adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione deve essere stabilito previo accordo fra committente e fornitore.
Le griglie devono essere fabbricate in:

- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio.

Il riempimento dei chiusini può essere realizzato con calcestruzzo oppure con altro materiale adeguato.

Marcatura

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124 (come riferimento alla presente norma);
- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600);
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
- il marchio di un ente di certificazione;

e possono riportare:

- marcature aggiuntive relative all'applicazione o al proprietario;
- l'identificazione del prodotto (nome e/o numero di catalogo)

Le marcature di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

Art.22 Pozzetti

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle dalla 1° alla V° della Guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo. I pozzetti, le loro giunzioni e gli innesti dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2 lettere b), d), e) della legge 10 maggio 1976 n° 319 recante le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, compresi gli oneri per il trasporto, carico, scarico, movimentazione, collegamento delle tubazioni, controlli idraulici di tenuta senza impiego di sigillanti o stuccature nel numero che la Direzione lavori deciderà a sua discrezione.