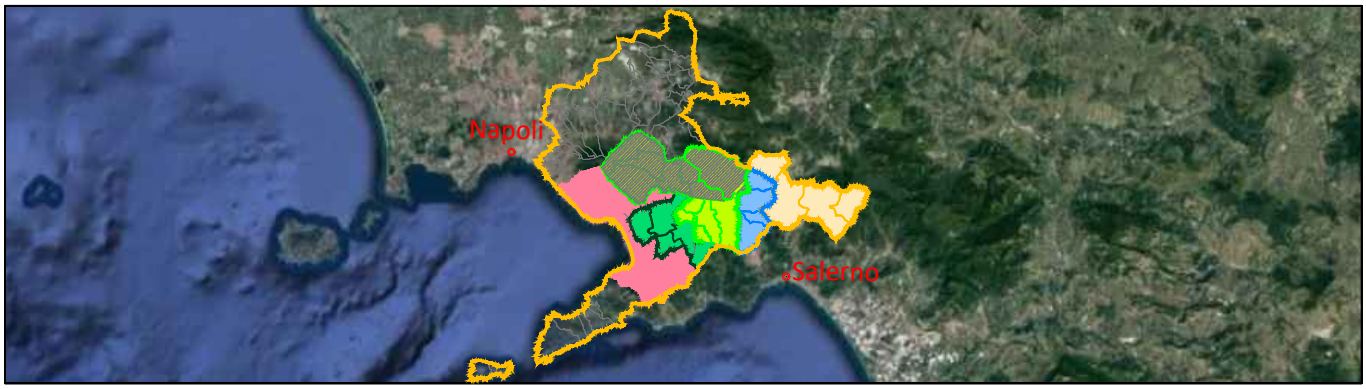
ENTE IDRICO CAMPANO

REGIONE CAMPANIA

GORI

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 Medio Sarno sub 2-3

Collettori comprensoriali Medio Sarno SUB 3
Completamento collettori

GORI

UNITA' INVESTIMENTI, INGEGNERIA E SERVIZI

INGEGNERIA
Il Responsabile
ing. Domenico Cesare

Gruppo di progettazione
arch. Carmela Consoli
ing. Marianeve Pontillo
geom. Paolo Maria Esposito
geom. Raimondo Nugnes
ing. Stefano Mazzola

INT. 22E6

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:
G2

Scala:
/

Titolo:

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici - Tubazioni

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Giugno 2021			

Esecuzione delle Opere	Prestazioni Specialistiche	Il Progettista	Il R.U.P.
		ing. Domenico Cesare	

Il presente progetto è protetto a termini di legge.

INDICE

I. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI 4
I.1 Generalità 4
I.2 Accettazione delle tubazioni 4
I.3 Rivestimento interno 5
I.4 Tipi di giunti 5
I.5 Apparecchiature idrauliche 6
I.6 Tubazioni a spinta in calcestruzzo armato 6
I.6.1 Generalità 6
I.6.2 Normativa di riferimento 7
I.6.3 Caratteristiche costruttive 7
I.6.1 Prescrizioni relative alla resistenza 7
I.6.2 Prescrizioni relative alla qualità dei materiali 8
I.6.3 Prestazioni tecniche 11
I.6.4 Marcatura 11
I.7 Tubazioni in ghisa sferoidale 12
I.7.1 Generalità 12
I.7.2 Normativa di riferimento 12
I.7.3 Caratteristiche costruttive 13
I.7.4 Prescrizioni relative alla resistenza 15
I.7.5 Prescrizioni relative alla qualità dei materiali 16
I.7.6 Marcatura 18
I.7.7 Certificazione e documentazione 18
I.7.8 Prove di accettazione dei tubi e dei pezzi speciali 19
I.7.9 Effetto dei risultati ottenuti nelle prove di accettazione dei tubi, raccordi, accessori 21
I.7.10 Effetto dei risultati ottenuti nelle prove di accettazione delle guarnizioni 22
I.8 Tubazioni in acciaio 22
I.8.1 Generalità e campo di applicazione 22
I.8.2 Requisiti generali e normative di riferimento 23
I.8.3 Caratteristiche generali delle tubazioni 24
I.8.4 Caratteristiche dell'acciaio 24
I.9 Tubazioni e pezzi speciali in acciaio 33
I.10 Tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox 33
I.11 Tubazioni in PVC 35
I.11.1 Generalità 35
I.11.2 Normativa di riferimento 36
I.11.3 Materiali 36
I.11.4 Marcatura 38
I.11.5 Certificazione e documentazione 38

I.12 Tubazioni in poliestere rinforzato con fibra di vetro (PRFV) 38
I.12.1 Generalità 38
I.12.2 Resina 39
I.12.3 Materiale di rinforzo 39
I.12.4 Aggregati 39
I.12.5 Additivi 39
I.12.6 Guarnizioni elastomeriche 40
I.12.7 Composizione strutturale del tubo 40
I.12.8 Giunzioni per connessione di tubo 41
I.12.9 Dimensioni 41
I.12.10 Tolleranze dei raccordi 42
I.12.11 Specifiche di prodotto 43
I.12.12 Test di validazione 43
I.12.13 Controllo di qualità 45
II. LAVORI DI RIPARAZIONE DEI GIUNTI SU CONDOTTE DI GRANDE DIAMETRO 48
II.1 Ispezione e preparazione delle tubazioni 48
II.2 Sigillatura dei giunti - AMEX -10 Mono 48
II.3 Sigillatura dei giunti e pozzetti- malte 49
II.4 Espurghi e pulizie fognarie 51
III. COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE 52
III.1 Movimentazione e posa delle tubazioni 53
III.1.1 Generalità 53
III.1.2 Movimentazione delle tubazioni 53
III.2 Scavo per la tubazione 54
III.3 Posa della tubazione 55
III.3.1 Sfilamento dei tubi 55
III.3.2 Posa in opera dei tubi 55
III.3.3 Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche 57
III.3.4 Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione. 57
III.3.5 Giunzioni dei tubi 58
III.4 Attraversamenti e parallelismi 58
III.4.1 Norme da osservare 58
III.4.2 Attraversamenti di corsi d'acqua, ferrovie e strade 59
III.4.3 Attraversamenti di pareti e blocchi in calcestruzzo 60
III.4.4 Sostegni per condotte aeree 60
III.5 Prova idraulica della condotta in pressione 60
III.5.1 Puntellamenti ed ancoraggi per la prova 60
III.5.2 Tronchi di condotta - Preparazione della prova 61
III.5.3 Riempimento della condotta 62
III.5.4 Collocazione della pompa e messa in pressione 62

III.5.5 Le due prove 63
III.6 Rinterro 63
III.6.1 Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento) 63
III.6.2 Rinterro a semichiusura del cavo 64
III.6.3 Rinterro definitivo 64
IV. COSTRUZIONE DEI VARI TIPI DI CONDOTTA 65
IV.1 Costruzione delle condotte in ghisa 65
IV.1.1 Trasporto 65
IV.1.2 Posa in opera dei tubi in ghisa 65
IV.1.3 Taglio dei tubi 66
IV.1.4 Posa in opera di raccordi, apparecchi ed accessori di ghisa sferoidale 68
IV.1.5 Giunzioni dei tubi di ghisa sferoidale 68
IV.2 Costruzione delle condotte in PVC 71
IV.2.1 Trasporto 71
IV.2.2 Posa in opera dei tubi in PVC 72
IV.2.3 Esecuzione delle giunzioni 75
IV.3 Prove delle condotte 76
IV.3.1 Deformazione diametrale 76
IV.3.2 Tenuta idraulica 76
IV.4 Costruzione delle condotte in P.R.F.V. 77
IV.4.1 Trasporto 78
IV.4.2 Posa in opera dei tubi in P.R.F.V. 79
IV.4.3 Prove delle condotte 81
IV.5 Collaudo fognature 81
V. ACCESSORI 86
V.1 Chiusini in ghisa sferoidale 86
V.2 Prescrizioni relative alla qualità dei materiali 86
V.3 Marcatura 87

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.

I.QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I.1 Generalità

Per le tubazioni e i pezzi speciali valgono le disposizioni del capitolo "Materiali da costruzione" del disciplinare relativo alle opere civili (Elaborato TA.02).
Le prescrizioni di questo capitolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui ai paragrafi (tubazioni di acciaio, di ghisa, ecc.) del capitolo III tranne per quanto risulti incompatibile con le specifiche norme di produzione delle stesse tubazioni.

I.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" nonchè 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.

I.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.

I.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 flange 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.

I.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.

I.6 Tubazioni a spinta in calcestruzzo armato

I.6.1 Generalità

Le tubazioni in cemento previste in progetto sono del tipo “VIBROCOMPRESSE ARMATE” per posa a spinta, dimensionate secondo le norme DIN EN 1916 e DIN V 1201, costituite da condotte con pareti in calcestruzzo, realizzate con cemento ed inerti di idonea pezzatura, armate con doppia gabbia rigida in acciaio, costituita da una spirale continua di diametro e passo variabile, elettrosaldata a filanti longitudinali.
Esse dovranno essere prodotte secondo le norme DIN EN 206, presentando classe di resistenza C60/75 e classe di esposizione XA2.
Il tipo di produzione deve essere con calcestruzzo colato faccia vista e armatura interna a spirale continua doppia in acciaio B450C.
Le tubazioni, senza base piana, dovranno essere complete di:

- giunto a bicchiere, con diametro esterno pari al diametro esterno della condotta misurato in mezzeria;
- guarnizione adeguata a resistere alla pressione di collaudo, tipo Forsheida F146 cuneiforme;
- anello in acciaio Fe360 verniciato e ancorato all’armatura;
- tenuta incorporato nel getto, costituito da un manicotto in acciaio Fe360 verniciato, e di guarnizione a tenuta;
- anello in legno MDF (o similare) di ripartizione della spinta;
- rivestimento interno di materiale plastico in polietilene ad alta densità (HDPE, spessore minimo 4 mm), capace di resistere all'attacco chimico delle soluzioni saline, acide e alcaline, nonché di solventi quali alcool, esteri e chetoni, e per la resistenza in ambienti da ph 2 a ph 12, senza alcun effetto per le eventuali evaporazioni di solfati e solfuri.

La lunghezza dei tubi potrà essere di 2,00 o 3,00 in funzione della tecnica di spinta adoperata dall’Impresa.

I.6.2 Normativa di riferimento

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

- UNI EN 1916:2004 - Tubi di calcestruzzo armato, non armato e rinforzato con fibre d'acciaio;
- 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 11417:2012 - Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo;
- D.M. 12-12-85 - Norme tecniche relative alle tubazioni;
- Circolare LL.PP. 27291 - Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;
- D.M. 14-02-92 - Norme tecniche per le opere in cemento armato normale e precompresso;
- UNI 7517 - Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna;
- DIN 4032 – Tubi in calcestruzzo e pezzi speciali di raccordo;
- DIN EN 206-1- Classi di esposizione ambientale.

I.6.3 Caratteristiche costruttive

I tubi dovranno essere fabbricati in stabilimenti di prefabbricazione debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti richiesti in tutti i manufatti prodotti.
Ogni operazione concernente il processo di lavorazione, dal controllo delle materie prime, al confezionamento delle gabbie di armatura, alla costruzione vera e propria del tubo, dovrà essere ripetuta secondo uno schema prestabilito e ben precisato, con procedure che si intendono integralmente trascritte, e alle quali il Produttore dovrà provare, con propria procedura interna controllata, di attenersi.
Di norma i tubi contemplati in progetto saranno prodotti mediante "vibrocompressione", sistema che ha la capacità di garantire i requisiti di continuità, compattezza, uniformità di qualità e di spessore e quindi di prestazioni. Lo stabilimento dovrà essere in grado di poter sformare i tubi solamente quando il conglomerato sarà in grado di sopportare senza alcuno "shock" le sollecitazioni derivanti dalla manipolazione, soprattutto per ciò che riguarda le fessurazioni, le sbeccature e l'ovalizzazione nelle zone nevralgiche degli innesti.

I.6.1 Prescrizioni relative alla resistenza

Le tubazioni dovranno possedere caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti da peso proprio, grado di riempimento, altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice, carichi esterni, ecc., secondo il coefficiente di posa previsto e risultante dalle seguenti situazioni:

- tubi interrati con ricoprimento variabile da 0,80 a 3,00 mt e sottostanti a strade di prima categoria;
- pressione nominale interna massima kg. 0,5/cmq.
-

I.6.2 Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

I.6.2.1 Cemento

Il cemento deve essere conforme a quanto contenuto nelle Normative Nazionali, trasposte dalle Norme Europee. Dovrà essere impiegato il tipo UNI ENV 197/1 tipo IIA-L/42,5 R e con alta resistenza ai solfati.

I.6.2.2 Inerti

Gli inerti devono essere costituiti da materiali conformi alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Essi non devono contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all'indurimento, alla presa, alla resistenza, all'impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

I.6.2.3 Acqua d'impasto

L'acqua d'impasto deve essere conforme alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Essa non dovrà contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all'indurimento, alla presa, alla resistenza, all'impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.
Nota: l'acqua potabile delle reti pubbliche è generalmente adatta al confezionamento del calcestruzzo.

I.6.2.4 Additivi d'impasto - altre aggiunte

Gli additivi d'impasto ed altre eventuali aggiunte devono essere conformi alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Esse non dovranno contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all'indurimento, alla presa, alla resistenza, all'impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

I.6.2.5 Acciaio per armature

L'acciaio per armature deve essere conforme alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. In assenza di queste, ci si deve riferire alle norme ISO 10544. I tondini di armatura possono essere lisci, ad aderenza migliorata o con nervature, e devono essere saldabili. La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere di 0,4% per tondini lisci, e 0,25% per i tondini ad aderenza migliorata o con nervature. Le caratteristiche dell'acciaio, comunque, dovranno essere:

- resistenza a snervamento ≥ 4.400 kg/cmq;

- resistenza a rottura ≥ 7.200 kg/cmq;
- modulo elastico ≥ 2.100.000 kg/cmq.

I.6.2.6 Guarnizioni di tenuta

Gli elastomeri che compongono le guarnizioni devono essere in gomma vulcanizzata. Nel caso specifico di possibile contatto con olio lubrificante, con idrocarburi della serie alifatica ed aromatica, e con benzina, le guarnizioni dovranno essere costituite da gomma nitrilica, botadiene o acrilonitrile, sempre comunque nel rispetto della Normativa UNI EN 681.
La mescola della gomma dovrà avere proprietà di resistenza "buona" e/o "eccellente" ad olio, benzina e ai solventi (idrocarburi alifatici - aromatici), con gamma di durezza 40 - 95 (durometro A), e dovrà avere una buona resistenza alle deformazioni permanenti a compressione.
Le guarnizioni di tenuta dovranno avere il profilo tipo DENSO CRET-BM in modo da poter garantire la tenuta idraulica perfetta.
Dovranno essere marchiate dal Fornitore ed integrate nel bicchiere del tubo all'atto della sua costruzione, ed il Produttore dovrà operare con tutte le opportune cure per l'immagazzinamento sia delle guarnizioni stesse che dei tubi già di esse muniti.

I.6.2.7 Calcestruzzo

Il calcestruzzo costituente le pareti dei tubi ed i profili di giunzione, deve essere compatto ed omogeneo. La resistenza caratteristica a compressione fck deve essere certificata sulla base di prove documentate. Il valore non deve essere comunque inferiore a 45 Mpa (450 kg/cmq).
In alternativa alla prova di compressione si possono sottoporre campioni carotati alla prova di trazione indiretta (prova Brasiliana): la resistenza caratteristica fck a trazione indiretta misurata sulla base di questa prova, non deve essere comunque inferiore a 2,7 Mpa.
Nella composizione del calcestruzzo per il confezionamento dei tubi armati, il rapporto acqua/cemento non deve superare 0,45. Il contenuto di cemento non deve essere inferiore a 280 kg/mc.
Quando si effettua la prova in accordo con l'Appendice "F" della Norma Europea UNI EN 1916, l'assorbimento del calcestruzzo non deve superare il 6% della massa.

I.6.2.8 Tubi

I tubi devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate in accordo con l'Appendice "G" della Norma Europea UNI EN 1916.

I.6.2.9 Finitura

Le superfici funzionali dei profili del giunto devono essere prive di irregolarità che precludano una durabile tenuta dell'assemblaggio. Sono ammesse screpolature all'interno dello strato superficiale di boiacca, fessurazioni capillari causate dal ritiro o dalla temperatura con una larghezza

superficiale non maggiore di 0,15 mm e, per tubi di calcestruzzo armato, fessurazioni residue causate dalle prove ed aventi la stessa larghezza superficiale limite. Prima di misurare le larghezze di eventuali fessurazioni, a discrezione del produttore è ammesso immergere un elemento in acqua per un massimo di 28h.

I.6.2.10 Caratteristiche geometriche

Sono oggetto di questo punto il diametro interno, lo spessore di parete la lunghezza effettiva interna e le caratteristiche geometriche dei profili di giunzione, che devono essere conformi alla documentazione di fabbrica.

I.6.2.11 Armatura

L'armatura dei tubi deve corrispondere alla opportuna resistenza a schiacciamento definita sulla base di calcoli statici di verifica e sulla base del coefficiente di posa delle tubazioni.
Le gabbie di armatura, singole o doppie devono essere solamente di tipo rigido, di forma circolare, avvolte a spirale continua e stabilmente e convenientemente collegate. I tondini di acciaio, disposti lungo la circonferenza, e quelli disposti longitudinalmente, devono essere collegati mediante saldatura, in modo da rendere stabile la spaziatura e la forma della gabbia d'armatura. La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere di 0,4% per tondini lisci, e 0,25% per i tondini ad aderenza migliorata o con nervature. L'armatura disposta lungo la circonferenza, qualora si volesse maggiorare la sezione del filo, mantenendo la stessa superficie resistente, non deve superare l'intervallo regolare di 150 mm al massimo, su tutta la lunghezza del tubo. I tondini longitudinali devono essere posizionati e dimensionati in modo da mantenere la gabbia nella sua configurazione da progetto.
Per armature a doppia gabbia, l'area della sezione dell'armatura esterna non deve essere inferiore al 60% dell'area della sezione dell'armatura interna. Con un'armatura costituita da una gabbia doppia, i ferri longitudinali devono essere disposti sfalsati fra loro.

I.6.2.12 Copriferro

Lo spessore minimo del copriferro, per l'armatura strutturale, deve essere in relazione alle condizioni di utilizzo, e comunque non inferiore a 20 mm.

I.6.2.13 Rivestimento interno

La tubazione sarà rivestita internamente in liner polietilenico ad alta densità (HDPE) di spessore minimo 4 mm capace di resistere all'attacco chimico delle soluzioni saline, acide e alcaline, nonché di solventi, quali alcool, esteri e chetoni, e per la resistenza in ambienti da pH 2 a pH 12, senza alcun effetto per le eventuali evaporazioni di solfati e solfuri.
Il sistema di ancoranti del rivestimento del calcestruzzo dovrà essere del tipo T-grip su tutta la lunghezza del liner, in modo da garantire un perfetto ancoraggio al calcestruzzo che, nelle prove di strappo (Pull-Off), non dovrà mai dare valori inferiori a 38.000 kg/m². La superficie interna del rivestimento in liner HDPE dovrà risultare perfettamente planare, priva di avvallamenti, anche

minimi, che potrebbero influenzare negativamente l'ottimale scorrimento del fluido interno. Per questo scopo il T-grip di ancoraggio dovrà essere nella stessa direzione del flusso, non sono ammessi pertanto sistemi di ancoraggio diversi da quello descritto. Eventuali saldature dei giunti dovranno essere eseguite applicando una fascia di Polietilene Alta Densità HDPE, di adeguate dimensioni, a cavallo del giunto, saldata perfettamente al liner della tubazione con tecnica a estrusione (per apporto di materiale) e non ad aria calda, da personale abilitato (munito di regolare patentino rilasciato dall'I.I.S. di Genova) secondo DVS 2212-1 e UNI EN 13067, al fine di garantire l'assoluta tenuta stagna sia dall'interno che dall'esterno. A totale garanzia dell'opera tutte le saldature dovranno essere verificate con la tecnica dello scintillografo e dovrà essere rilasciato un verbale che attesti la positività di ogni saldatura.

I.6.3 Prestazioni tecniche

Le prestazioni tecniche cui devono soddisfare le tubazioni, sono essenzialmente di tre tipi:

a) resistenza meccanica;
b) impermeabilità-tenuta.

I.6.3.1 Resistenza meccanica

Le prove di resistenza meccanica si devono eseguire in accordo con le Appendici "C" e "D" della Norma Europea UNI EN 1916. Il tubo deve resistere ad un carico minimo di prova a schiacciamento normalizzata Fn espresso in KN/m secondo il metodo e la classificazione riportata nella Norma Europea UNI EN 1916:2004.

I.6.3.2 Impermeabilità-tenuta

Le prove di impermeabilità all'acqua si devono eseguire in accordo con l'Appendice "E" della Norma Europea UNI EN 1916:2004. Quando sottoposto a prova, ogni elemento o assemblaggio del giunto non deve mostrare alcuna perdita o altri difetti visibili durante il periodo di prova; l'umidità sulla superficie non costituisce una perdita. Gli elementi con uno spessore di progetto della parete superiore a mm 125 non devono essere sottoposti a prova idrostatica. La prevalenza idrostatica interna, misurata all'asse dei tubi, viene fissata in 50 kPa (0,5 bar o approssimativamente 5 mt. di colonna d'acqua) per tutti i tubi. I tubi devono resistere alla pressione specificata per un periodo di 15 minuti senza manifestare nessuna perdita, così come descritto nelle modalità di prova riportate nella Norma Europea UNI EN 1916:2004.

I.6.4 Marcatura

Ciascun elemento o, quando ciò non è possibile, ogni confezione di elementi, dovrà essere marcato in modo indelebile e chiaramente visibile. L'identificazione dell'elemento deve avvenire in modo da escludere qualsiasi dubbio. La marcatura dovrà contenere almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del Produttore ed impianto di produzione;
- il numero della norma di riferimento (UNI EN 1916:2004);
- data di produzione espressa in giorno progressivo solare ed anno;

- identificazione del tipo di tubo con la dicitura relativa al diametro (in mm), alla lunghezza (in mm);
- identificazione di qualsiasi organismo di certificazione di terza parte;
- identificazione della classe di resistenza, in accordo con l'Appendice "I" della norma UNI EN 1916:2004.

I.7 Tubazioni in ghisa sferoidale

I.7.1 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, ai raccordi, alle valvole, alle loro giunzioni ed accessori, ed ai raccordi con 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.

I.7.2 Normativa di riferimento

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

- UNI EN 545:2010 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Requisiti e metodi di prova;
- 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;
- D.M. n. 174 del 06/04/2004 Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, di trattamento, di adduzione e di distribuzione delle acque destinate al consumo umano.

I.7.3 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 545 – paragrafi 4.1, 4.2, 4.3 e 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 – inerenti materiali, dimensioni, tolleranze, caratteristiche meccaniche, prestazioni, ecc.
Dovranno avere caratteristiche dimensionali e meccaniche conformi alle norme UNI EN 969 del 2009 e UNI EN 545 del 2010 e 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 545:2010 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 545.
Tutti i tubi ed i raccordi devono essere sottoposti a prova secondo il paragrafo 6.5 della norma UNI EN 545, 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.

I materiali costituenti le guarnizioni in elastomero devono essere conformi ai requisiti della norma

UNI EN 681-1, tipo WA per acqua potabile o grezza da potabilizzare. Per quanto riguarda i requisiti di prestazione dei giunti, dovranno essere rispettate le prescrizioni della già citata norma UNI EN 545 – capitolo 5.

I.7.3.1 Giunti elastici

I tubi ed i raccordi con giunti elastici devono essere conformi a quanto previsto nel paragrafo 4.2.2.1 della norma UNI EN 545, 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.

I.7.3.2 Giunti elastici antisfilamento

Lo scostamento angolare ammissibile dichiarato dal fabbricante deve risultare non minore della metà di quello indicato per i giunti elastici. Valgono le prescrizioni di cui al paragrafo 5.3 della UNI EN 545.

I.7.3.3 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 flangie fisse o con flangie 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.

I.7.4 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.

I.7.5 Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

I.7.5.1 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 del paragrafo 4.4.2 della norma UNI EN 545;
- con un rivestimento interno in malta cementizia, conforme alle prescrizioni del paragrafo 4.4.3 della norma UNI EN 545.

In relazione alle condizioni di impiego esterne ed interne (Appendice D della UNI EN 545:2007), 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 al paragrafo 8.1 della norma UNI EN 545, a condizione che sia assicurata l'interconnessione dei prodotti.
Tutti i rivestimenti interni devono essere conformi alle prescrizioni del paragrafo 4.1.4 della norma UNI EN 545, oltre che alle eventuali ulteriori prescrizioni di capitolato speciale d'appalto.

I.7.5.2 Rivestimenti interni ed esterni per i raccordi e gli accessori

Se non diversamente specificato, tutti gli accessori ed i raccordi dovranno essere forniti con un rivestimento interno ed esterno di vernice, conforme alle prescrizioni del paragrafo 4.5.2 della norma UNI EN 545.
In relazione alle condizioni di impiego esterne ed interne (Appendice D della UNI EN545:2007), 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 del paragrafo 4.1.4 della norma UNI EN 545.
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.

I.7.6 Marcatura

La marcatura dovrà essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 545 – paragrafo 4.7.
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 545;
- 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 sia 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.

I.7.7 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 545 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 545 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 di cui al paragrafo 5 e 7 della UNI EN 545;
- 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 545 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 545 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 dei materiali da fornire da parte del produttore, in maniera da poter garantire la presenza del proprio rappresentante incaricato.

I.7.8 Prove di accettazione dei tubi e dei pezzi speciali

I.7.8.1 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.

I.7.8.2 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.

I.7.8.3 Controllo delle dimensioni

Si eseguirà il controllo delle dimensioni sarà eseguito sui tubi e sui pezzi speciali allo stato di fornitura, secondo quanto previsto dal paragrafo 6.1 della norma UNI EN 545.

I.7.8.4 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 dal paragrafo 6.3 della norma UNI EN 545.

I.7.8.5 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 dal paragrafo 6.4 della norma UNI EN 545.

I.7.8.6 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 dai paragrafi 6.6, 6.7 e 6.8 della norma UNI EN 545.

I.7.8.7 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.
Su un quantitativo non maggiore dell'1% (uno per cento) del numero di elementi costituenti le singole partite saranno effettuate le prove necessarie a verificare la rispondenza del materiale costitutivo alle prescrizioni della norma EN 681.1 tipo WA per acque potabili o grezze da potabilizzare.
Le prove chimiche, che potranno essere effettuate sui campioni di gomma, avranno lo scopo di accertare la presenza nella mescola di elementi non ammessi dalle presenti norme e di verificare, inoltre, che i tenori percentuali rientrino nei valori prescritti.

I.7.9 Effetto dei risultati ottenuti nelle prove di accettazione dei tubi, raccordi, accessori

I.7.9.1 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.

I.7.9.2 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.

I.7.9.3 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.

I.7.9.4 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.

I.7.10 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.

I.8 Tubazioni in acciaio

I.8.1 Generalità e campo di applicazione

Il presente paragrafo è relativo alle tubazioni in acciaio saldate per convogliamento di acque fognarie
I produttori coinvolti nel processo di fabbricazione devono essere dotati di un Sistema di Qualità aziendale conforme alla UNI EN ISO 9001:2000 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la UNI CEI EN 45012.

In questo documento vengono stabilite:

- le caratteristiche delle tubazioni in acciaio;
- le caratteristiche dei rivestimenti interni ed esterni delle tubazioni;
- le caratteristiche dei materiali di ripristino;
- caratteristiche di prova, della marcatura e dei certificati;
- criteri generali e riferimenti normativi per la posa delle condotte.

I.8.2 Requisiti generali e normative di riferimento

Le tubazioni dovranno essere idonee all'impiego previsto e dovranno possedere le caratteristiche stabilite dalla legge e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme del presente Disciplinare.
In particolare, ci si richiama alle seguenti normative:

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 12 dicembre 1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni", pubblicato sulla G.U. del 14 marzo 1986 n°61;
- Decreto del Ministero della Salute n°174 del 06 arile 2004 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti di captazione, trattamento, *adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano";*
- Circolare n. 27291 del Ministero dei Lavori Pubblici del 20/03/1986: "*Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni*";
- API 5L: "*Specification for Line Pipe*", ultima edizione;
- ISO 21809-1: "*External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems. Part 1: Polyolefin coatings (3-layer PE and 3-layer PP)*";
- ISO 21809-5: "*External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems. Part 5: External concrete coatings*";
- UNI EN 10204: "*Metallic products. Types of inspection documents*";
- UNI EN 12068: "*External organic coatings for the corrosion protection of buried or immersed steel pipelines used in conjunction with cathodic protection. Tapes and shrinkable materials*";

Le norme, i decreti e le circolari sopra elencate e di seguito richiamate fanno parte integrante del presente disciplinare. Resta stabilito che, nel caso di discordanza tra le varie normative, l'ordine di prevalenza è il seguente:

- Norme del presente Disciplinare;
- Norma API 5L;
- Norma ISO 21809;
- D.M. 12 dicembre 1985;
- Circolari e Decreti Ministeriali;
- Restanti norme richiamate nel testo.

I.8.3 Caratteristiche generali delle tubazioni

Le tubazioni devono essere prodotte in conformità alla Norma API 5L, ultima edizione, livello del prodotto PSL2 (Product Specification Level). Le tubazioni devono essere in acciaio al carbonio, con estremità per giunzioni saldate testa/testa e precisamente per condotte saldate ricavate da lamiere o da coils, con saldature longitudinali di tipo ERW (Electric Resistance Welding) / HFI (High Frequency Induction welding) o saldature longitudinali/elicoidali di tipo SAW (Submerged Arc Welding).
Le tubazioni devono essere dotate esternamente di rivestimento in polietilene estruso a triplo strato, fabbricato e certificato secondo Norma ISO 21809-1, classe B3 e conforme a quanto riportato nel presente Disciplinare.
Il rivestimento interno deve essere realizzato in resina epossidica bi-componente senza solventi, di spessore minimo 300 micron e conforme a quanto riportato nel presente Disciplinare.

I.8.4 Caratteristiche dell'acciaio

La qualità di acciaio impiegata per la costruzione delle tubazioni deve essere del tipo L360M, conformemente a quanto previsto dalla norma API 5L – PSL2, e avente caratteristiche ricadenti nei seguenti limiti di accettazione:

Grado	C max	Mn max	Si max	max	S max	Nb max	V max	Ti max	Mo max	Cr max	Cu max	Ni max
Descrizione	%											
L360M	0,22	1,40	0,45	0,025	0,015	Somma ≤ 0,15			0,15	0,30	0,50	0,30

Le possibili deviazioni dai valori riportati nella tabella precedente sono quelle consultabili sulla Normativa API 5L.

Le caratteristiche meccaniche dovranno rientrare nei seguenti valori:

Grado	Snervamento (min – max) $Rt_{0,5}$	Carico di rottura (min – max) R_m	Rapporto (max) $Rt_{0,5}/ R_m$	Allungamento (min) A_f
Descrizione	*N/mm²*	*N/mm²*	-	*%*

L360M	360 – 530	460 - 760	0,93	Vedi nota sotto

Nota: $A_f = C\frac{A_{XC}^{0,2}}{U^{0,9}}$ *, dove:*

C = 1.940

A_{XC} = Area di sezione del provino utilizzato (mm^2)

U = Snervamento minimo (N/mm^2)

5) CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E TOLLERANZE

Si riportano di seguito le caratteristiche dimensionali richieste per le tubazioni in progetto:

Tubazioni in acciaio per condotte sottomarine – tratto a terra:

Opz.	ITEM	Diametro esterno	Spessore nominale	Lungh. barre (95% del tot.)	Tolleranza spessore (escl. il cordone)	Tolleranza diametro (corpo del tubo)
#	*mm*	*mm*	*mm*	*m*	-	*mm*
1	DN 500	508,0	10,3	11,5 ÷ 12,5	-5% +7,5% (SAW) ± 10% (ERW)	± 3,2
1	DN 800	813,0	12,7	11,5 ÷ 12,5	-5% +7,5% (SAW)	± 4,0

Tubazioni in acciaio per controtubo di attraversamento:

Diametro Nominale	Diametro esterno (mm)	Spessore nominale (mm)	Peso (kg/m)
DN 800	813,0	25	486
DN 1200	1219,2	25	736
DN 2000	2032,0	25	1237

6) PROVA IDRAULICA

Tutti i tubi dovranno essere sottoposti in fabbrica ad un test idrostatico, della durata non inferiore a 10 secondi, seguendo i parametri di seguito indicati:

Opz.	ITEM	D .est.	Spessore	Pressione di prova	PFA *
#	*mm*	*Mm*	*mm*		
1	DN 500	508,0	10,3	131	87
1	DN 800	813,0	12,7	101	67

** PFA = Pressione di Funzionamento Ammissibile*

7) RIVESTIMENTO ESTERNO

Le tubazioni dovranno essere protette esternamente con un rivestimento in polietilene estruso a caldo, del tipo a banda laterale. Il rivestimento deve essere realizzato in triplo strato, applicato e certificato secondo quanto previsto dalla EN 21809-1, classe B3 e deve presentare le seguenti caratteristiche minime:

- resistenza all'impatto: (a 23°C (±3)) > 7 J/mm
- resistenza alla penetrazione: (a 23°C (±3)) ≤ 0,2 mm
- allungamento a rottura: (a 23°C (±3)) ≥ 400%
- Raggio medio del distacco catodico: (a 23° C, 28 giorni, -1,5 V) ≤ 7 mm
- isolamento elettrico > 10^8 Ωm
- rigidità dielettrica: > 25 kV
- resistenza alla pelatura: (a 23°C (±3)) ≥ 15 N/mm
- spessore minimo di rivestimento esterno: classe B3

Il rivestimento esterno in polietilene (EN 21809-1) deve essere realizzato tramite impianto di estrusione a banda laterale. Il rivestimento a tre strati in polietilene deve essere adatto alla protezione anticorrosiva (di lunga durata) di condotte con temperature di servizio che possono variare da –40°C ad una temperatura massima di +80°C.

Le superfici da rivestire devono essere sottoposte a procedimento di sabbiatura ai fini dell'eliminazione delle impurità (sporco, calamina ed ossidi aderenti), fino ad un grado definito "quasi bianco" (secondo NACE No. 2/SSPC-SP10), tipo SA 2 ½ così come previsto dalle Norme ISO 8501-1 e SIS 055900.

La composizione del rivestimento deve essere la seguente:

- 1° strato: primer
- 2° strato: adesivo polietilenico
- 3° strato: polietilene

Il primer sarà costituito da uno strato di polveri epossidiche (Fusion Bonded Epoxy (FBE)) conforme alla EN 12809-1 che svolge la funzione di substrato al quale compete la resistenza chimica vera e propria, creando un sottile strato superficiale continuo, resistente agli agenti corrosivi. Deve avere inoltre la funzione di assicurare un adeguato ancoraggio del rivestimento al metallo.

L'adesivo sarà costituito da polietilene copolimero o modificato. La sua funzione sarà quella di assicurare un adeguato ancoraggio del successivo strato di polietilene alla mano di fondo (primer).

Il rivestimento esterno in polietilene deve essere del tipo ad alta densità (HDPE), con valori di quest'ultima compresi tra circa 0,930 ad oltre 0,970 g/cm^3

Per consentire la saldatura dei tubi le estremità dovranno essere non rivestite (*cutback*) per una lunghezza di compresa tra i 150 e i 210 mm. Le estremità non rivestite dovranno essere opportunamente preservate con un protettivo temporaneo.

8) RIVESTIMENTO INTERNO

Il rivestimento interno dovrà essere in resina epossidica liquida bicomponente senza solventi e applicata in stabilimento mediante spruzzatura "*airless*" con uno spessore minimo di 300 micron, dopo aver eseguito una sabbiatura della superficie interna mediante graniglia metallica fino ad un grado SA 2½.

Le estremità devono essere prive del rivestimento per una profondità tale che la sezione di saldatura di giunzione disti almeno 10 cm dalla parte rivestita. La parte non rivestita dovrà essere trattata con protettivo temporaneo.

All'esame visivo il rivestimento deve presentarsi come una superficie levigata e speculare, di colore uniforme e priva di difetti di verniciatura, colature, spirali, gocce, ecc.

Nel caso in cui si riscontrino dei difetti, se questi si estendono per un'area superiore al 5% della superficie rivestita, il tubo in oggetto deve essere sottoposto ad un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e ri-esecuzione dello stesso).

Dopo il periodo necessario alla completa essiccazione del rivestimento, si esegue la prova di aderenza: si effettua, mediante un coltello, un intaglio a "V" all'estremità del rivestimento, fino a raggiungere il metallo; si prova, quindi, il distacco del film cercando di scalzare, partendo dalla punta, la superficie a "V" incisa. Il distacco dalla superficie metallica del rivestimento costituisce un esito negativo del test. Detta prova deve essere effettuata su un tubo ogni turno di produzione o ogni 200 tubi prodotti.

Deve essere, inoltre, eseguita, la misura dello spessore. Essa va effettuata:

- a umido con spessimetro a pettine su uno o più tubi, in un numero di punti significativo, ad ogni inizio lavorazione o dopo interruzioni della produzione superiori a 2 h;
- a secco con spessimetri magnetici (errore massimo $\pm$ 10%) in un numero di punti significativo, su un tubo per ogni turno di 8 h di lavorazione.

Nel caso in cui i risultati delle prove indicate non siano conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate le prove devono essere sottoposti ad un secondo ciclo di lavorazione.

Inoltre, la prova i cui risultati non sono conformi deve essere ripetuta su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove).

Tutte le forniture devono essere accompagnate da certificati attestanti le prove di collaudo, nonché da un certificato di analisi relativo alle materie prime utilizzate, con il riferimento alle prove inerenti le principali caratteristiche fisico-chimiche.

Le riparazioni possono interessare al massimo il 5% della superficie interna dei tubi; per esse dovrà essere utilizzata la stessa resina applicata per il rivestimento interno dei tubi.

La riparazione deve essere eseguita nel seguente modo:

- realizzazione sulla zona da riparare di una leggera smerigliatura fino a ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- rimozione della polvere ed ogni altro residuo dalla zona da riparare;
- applicazione sulla zona interessata della resina fino ad ottenere lo spessore secco di 300 μm.

Il rivestimento in resina epossidica dovrà essere:

- conforme al Decreto del Ministero della Salute n.174 del 06/04/2004 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano";
- adatto al contatto con acque di scarico e soluzioni mediamente aggressive (acide all'1% di H_2SO_4 o basiche all'1% di NaOH).

9) PRODOTTO FINITO – MARCATURA

Ai fini della tracciabilità sia in fase di stoccaggio e di pre-installazione che post-installazione, le tubazioni dovranno essere dotate di vari livelli di marcatura.

Su una testata di ogni tubo, sul rivestimento interno dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- Nome o marchio commerciale del/dei fabbricante/i;
- Identificativo del progetto (Ente, nome del progetto);
- Normativa di riferimento del tubo grezzo;
- Grado acciaio;
- Tecnologia di saldatura;
- Dimensioni del tubo (diametro esterno, spessore, lunghezza);
- Normativa di riferimento del rivestimento anticorrosivo esterno;
- Classe del rivestimento esterno;
- Conformità al D.M. n. 174/2004 del rivestimento interno;
- Data di produzione del tubo grezzo;
- Data di applicazione dei rivestimenti anticorrosivi;
- Pressione di Funzionamento Ammissibile;
- Numero di colata;
- Numero del coil;
- Numero di matricola del tubo.

10) ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI

Ai fini delle accettazioni dei prodotti, il Direttore dei Lavori, alla ricezione di ciascun lotto, dovrà effettuare gli accertamenti prescritti, verificando, in particolare, che sussistano i requisiti seguenti:

- che la Ditta produttrice (o le Ditte) possieda un *Sistema Qualità aziendale* conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2000 (relativamente alla produzione di tubi in acciaio e applicazione di rivestimenti anticorrosivi), approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012;
- che esista il Certificato di Collaudo, del tipo 3.1, conforme alla norma UNI EN 10204,

riportante i controlli e le prove richieste dalla API 5L PSL2 (ultima edizione) nonché dalle normative sui rivestimenti (EN 21809);

- che esista la *Dichiarazione di Conformità* al Decreto 6 aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute, relativa ai rivestimenti interni.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della Direzione Lavori dar corso ad una o più tra le seguenti procedure:

- procedere all'effettuazione di verifiche ispettive in fabbrica;
- sottoporre a prove uno o più campioni di tubo, presso un Laboratorio indipendente e accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, per attestarne la conformità alla rispettiva norma di prodotto o al disciplinare tecnico.

11) RIPRISTINO DEL RIVESTIMENTO NELLA ZONA DI GIUNZIONE

L'applicazione in cantiere del rivestimento delle giunzioni saldate deve essere effettuata subito dopo il controllo delle saldature.

Tali rivestimenti devono essere costituiti da materiali termorestringenti conformi e certificati secondo EN 12068, classe C50.

Per assicurare contemporaneamente un'agevole installazione e una elevata aderenza della fascia termorestringente alla giunzione saldata circonferenzialmente, è richiesto un materiale che permetta l'installazione senza utilizzo di primer, classe C50 e resistenza alla pelatura (*peeling*) su acciaio a 23 °C superiore a 4,5 N/mm (EN 12068, 10 mm/min).

Le fasce termorestringenti devono essere dotate di pezza di chiusura pre-installata che ne faciliti l'installazione in cantiere.

La larghezza delle fasce deve essere tale da ottenere un sormonto sul rivestimento in polietilene di almeno 5 cm per lato.

Per l'installazione è raccomandato di seguire scrupolosamente le istruzioni fornite dal produttore.

12) IMBALLAGGIO, TRASPORTO, CARICO E SCARICO

Per quelle unità di carico che dovranno essere formate bisognerà utilizzare idonei listoni di legno con relativi cunei di bloccaggio, protetti da una fascia di polietilene, per evitare che eventuali sporgenze metalliche (chiodi o similari) rovinino il rivestimento.

Dovrà inoltre essere verificato che al momento dell'ancoraggio del carico al cassone del mezzo di trasporto, vengono usati adeguati sistemi che non arrechino danni al rivestimento.

Nelle operazioni di carico devono essere prese tutte le precauzioni al fine di evitare che,

durante il trasporto, avvengano degli scivolamenti, e che i tubi ed i loro rivestimenti vengano deteriorati.

I montanti contro i quali poggiano i tubi esterni devono essere convenientemente imbottiti o fasciati con materiali morbidi.

I tubi non devono essere lasciati cadere a terra, non devono essere fatti rotolare e strisciare, ma vanno sollevati e trasportati sul luogo di impiego, in modo da evitare danni al rivestimento.

I tubi devono essere accatastati di modo che l'interposizione tra i vari strati di listelli di legno o dispositivi similari deve essere tale, per numero, intervallo e forma, da impedire la flessione dei tubi e da limitare la pressione di contatto.

13) CERTIFICAZIONI E DOCUMENTI TECNICI DI CONTROLLO

Le tipologie di documento tecnico devono essere secondo la norma EN 10204 e di seguito descritte:

- Certificato di Collaudo delle tubazioni (secondo EN 10204 – 3.1).

  Documento rilasciato sulla base d'ispezioni e prove eseguiti in conformità con le prescrizioni dell'ordine o i regolamenti ufficiali e le regole tecniche corrispondenti. Le prove devono essere effettuate sui prodotti forniti, o su prodotti dell'unità di collaudo a cui appartiene il materiale fornito.

  Le modalità di collaudo sono quelle definite dalle Norme di prodotto, dai regolamenti ufficiali e dalle regole tecniche corrispondenti, o dalle Specifiche dell'ordine.

- Certificato di conformità dei materiali alla Circolare del Ministero della Salute n° 174 del 06/04/2004. Documento nel quale il fornitore della materia prima utilizzata per il rivestimento interno certifica che tale prodotto è conforme alle prescrizioni della Circolare e a successive modificazioni, indicando gli estremi del riconoscimento da parte di un Laboratorio o Ente ufficialmente riconosciuto.

I.9 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.

I.10 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.

I.11 Tubazioni in PVC

I.11.1 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.

I.11.2 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;
- guarnizioni: devono essere conformi alla norma UNI 681-1 del 2006;
- raccordi e flange di PVC rigido (metodi di prova): UNI 7449;

I.11.3 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/cm^3;
- modulo di elasticità: ~30000Kg/cm^2 (3000MPa);
- resistenza a trazione: ≥480 kg/cm^2 (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: ≥ 10^{12} 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, riassunte di seguito, 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 come segue:

- <u>Sistema di tipo elastico:</u>
  - con giunti a bicchiere ricavati sul tubo stesso, a tenuta mediante guarnizione elastomerica;
  - con manicotti a doppio bicchiere a tenuta mediante guarnizione elastomerica.
- <u>Sistema di tipo rigido</u>
  - con giunti a bicchiere ricavati sul tubo stesso da incollare;
  - con manicotti a doppio bicchiere.

Il sistema di giunzione a bicchiere con guarnizione alastomerica 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 meno, 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.

I.11.4 Marcatura

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

- 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).

I.11.5 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

I.12 Tubazioni in poliestere rinforzato con fibra di vetro (PRFV)

I.12.1 Generalità

I tubi in PRFV per fognatura verranno prodotti usando la procedura di avvolgimento di filo continuo.
Nella procedura di fabbricazione la tecnologia del processo e delle attrezzature è essenziale per garantire una buona esecuzione per raggiungere la qualità finale del prodotto. Questo macchinario di produzione consiste in un mandrino continuo a foglia d'acciaio, supportato da fasce di forma cilindrica, posto in rotazione, sul quale tutti i materiali compositi vengono applicati in quantità predefinite. Sensori elettronici assicurano il controllo continuo dei parametri di produzione, in modo che i vari sistemi di alimentazione forniscano la giusta quantità di materiale. Ciò assicura che la quantità di materiale necessaria per creare i vari strati viene dosata durante il processo di produzione. Iniziando dalla pellicola di applicazione, seguita da varie tipologie e varie forme di fibra di vetro, applicate in una matrice di resina di poliestere. Gli strati strutturali consistono solo di vetro e resina, mentre il core comprende prevede l'impiego anche di sabbia silicea. La continua applicazione di questi materiali sul mandrino formano il tubo. Una volta che il tubo è stato prodotto sul mandrino, viene lasciato essiccare e successivamente viene tagliato nelle lunghezze desiderate. Le estremità del tubo vengono calibrati per accogliere i giunti. I tubi si producono con una procedura di avvolgimento controllato e riproducibile, utilizzando i materiali descritti nel punto 4.1. con una struttura composita resistente alla corrosione, fabbricato per lavorare in base alle condizioni di servizio del progetto.

I.12.2 Resina

Il produttore utilizza solo resine di poliestere validate ed approvate che soddisfano i requisiti stabiliti nella norma di riferimento del progetto in oggetto, delle quali può consegnare documentazione della loro idoneità per questa particolare applicazione.

I.12.3 Materiale di rinforzo

Vengono utilizzati rinforzi in fibra di vetro impiegando solo filo di vetro di alta qualità, adeguatamente trattato per renderlo compatibile con le resine scelta. I rinforzi di vetro sono realizzati in fibra continua filata o fibra tagliata, entrambi tipi sono inclusi nella struttura interna del tubo.

I.12.4 Aggregati

Per rendere la struttura del tubo più robusta si usano le cariche inerti od aggregati di sabbia silicea od altri materiali di granulometria non superiore a 1 mm.

I.12.5 Additivi

L'uso di additivi in resina come catalizzatore, accelerante, pigmenti ed inchiostri coloranti non

pregiudica le caratteristiche del prodotto non impediscono un controllo visivo del prodotto finale.

I.12.6 Guarnizioni elastomeriche

Le guarnizioni elastomeriche, utilizzati nei sistemi di giunzione con giunti flessibili, vengono forniti da produttori con garanzia di qualità. Il componente elastomerico è compatibile con l'ambiente in cui verrà utilizzato. L'anello elastomerico deve essere multilabbro in modo da migliorare la tenuta del giunto.

I.12.7 Composizione strutturale del tubo

La struttura del tubo a pressione è formata da diversi strati ognuna con differenti proprietà meccaniche. La configurazione strutturale si può combinare e modificare per adeguare il prodotto ai requisiti di lavoro per le condizioni di servizio attesi. Questo tipo di costruzione in multistrato chiamata "sandwich" viene fornito con un liner protettivo interno standard applicabile alle applicazioni ed ai fluidi più comuni.
Il tubo in PRFV per fognatura in pressione verrà realizzato secondo la sezione seguente:

- strato superficiale interno (composto da superficie interiore e liner):

  il liner (interno è lo strato sigillante) si trova direttamente in contatto con il fluido, è lo stratto chimicamente resistente ed ha resistenza alla corrosione ed assicura la tenuta del tubo. Il liner è prodotto con una superficie molto liscia, senza difetti, rotture o zone di delaminazione. Queste zone riducono i carichi persi ed inoltre elimina l'accumulo di alghe e diversi solidi.

  Il liner è realizzato con resina poliestere rinforzata con fibre di vetro. È composto da 1 strato di velo di 25 g/m^2 impregnato con la resina con una percentuale di più del 90% di resina, ed anche questa parte include una parte di fibra di vetro per conferire resistenza meccanica e una percentuale di sabbia per la resistenza davanti il lavaggio a pressione con l'acqua abituale sulle condotte fognarie.

- Strati strutturali (composti dallo skin interno e esterno e dell'anima o core):

  lo strato strutturale deve dare al tubo la resistenza meccanica richiesta per resistere tutte le condizioni di progetto (pressione interna, carichi esterni, vuoto, ecc). Questo strato strutturale è realizzato applicando diverse quantità e tipologie di fibra di vetro impregnati sopra la fodera di tensione controllato. Lo spessore di questo strato strutturale cambia secondo le condizioni specifiche del progetto. Questo strato strutturale può contenere pura sabbia silicea, secondo il disegno specifico del tubo.

- Strato superficiale esterno:

questo strato protettivo assicura la completa impregnazione degli strati di fibra di vetro esterne per fornire al tubo la necessaria protezione dall'ambiente esterno.

I.12.8 Giunzioni per connessione di tubo

Il manicotto di collegamento è un elemento indipendente dal tubo che si deve accoppiare allo stesso. Questo sistema di giunzione utilizza due guarnizioni elastomeriche che garantiscono la tenuta. I giunti soddisfanno i requisiti indicati nei riferimenti standard ISO 8639 e ASTM D4161 e quanto richiesto nel disciplinare tecnico del progetto in oggetto e lavorano come elementi di giunzione e tenuta. La struttura dei manicotti é sempre in PRFV ed il suo processo di fabbricazione si basa sullo stesso processo utilizzato per il tubo, modificando le proporzioni e la disposizione delle materie prime in modo che si ottengano le proprietà meccaniche richieste per questo elemento del sistema. I manicotti, come nel caso dei tubi, sono prodotti con le dimensioni strettamente controllate. Le giunzioni sono fornite con le guarnizioni e il distanziatore centrale in EPDM.

OGNI TUBO E OGNI GIUNTO DOVRÀ ESSERE COLLAUDATO A DUE VOLTE LA PRESSIONE NOMINALE PRIMA DELL'USCITA DALLO STABILIMENTO.

Il manicotto di giunzione viene applicato mediante spinta sul maschio del tubo. Il dimensionamento di tubo e manicotto garantiscono una perfetta tenuta tra tubo e manicotto, dovuto anche al posizionamento delle guarnizioni in gomma di EPDM. Flange, curve, riduzioni, derivazioni, passi d'uomo e pezzi speciali in generale vengono prodotti, trasportati e montati secondo le prescrizioni date. I pezzi speciali vengono prodotti dai tubi fabbricati come sopra descritto o tramite stampaggio, per poi si tagliano e si collegano tramite laminazione chimiche secondo i disegni di produzione.

I.12.9 Dimensioni

I.12.9.1 Diametro nominale di tubi e raccordi

I tubi vengono forniti in base ai diametri nominali descritti nel progetto (vedere scheda allegata).

I.12.9.2 Dimensioni reali di tubi e raccordi

I tubi vengono forniti in conformità con le dimensioni esterne (OD) e dimensioni interne (ID) secondo le tabelle indicate nel riferimento sotto indicato.

I.12.9.3 Lunghezze di tubo

Le lunghezze dei tubi sono ogni metro, come misure standard 6 metri, essendo la lunghezza effettiva di un tubo $\pm$25 mm montato.

I.12.9.4 Spessore di tubo

La larghezza media minima è quella indicata dal produttore ed è sufficiente per soddisfare le specifiche calcolato nel Manuale AWWA M45. Lo spessore minimo unitario non deve essere inferiore al 87,5% dello spessore indicato nella tabella allegata.

I.12.10 Tolleranze dei raccordi

Le tolleranze dimensionali adottate per la produzione di raccordi sono specificate secondo gli standard di riferimento:

- **Curve segmentate:**
  - lunghezza: L ±15 x numero di tagli;
  - angolo: α± 1º.
- **Derivazioni in ti**
  - diametro Principale: L ±10mm.
- **Derivazione con flangia:**

Table 1-Toleranza derivazione

DN	Lunghezza Derivazione Toleranza
100≤DN<300	± 1,5 mm
300≤DN<600	± 2,5 mm
600≤DN≤1000	± 4,0 mm

- **Derivazione senza flangia**:
  - lunghezza: L ±10 mm.
- **Riduzioni:**
  - lunghezza:
    - con flangia: L ±10 mm;
    - senza flangia:

Table 2- Toleranza della riduzione flangiata

DN	Toleranza
1800	± 10

- **Flangie:**
  - lunghezza:

Table 3- Tolleranza della lunghezza della flangie

DN	Toleranza
DN≤400	± 2
400<DN≤600	± 5
600<DN fino DN3000	± 10

I.12.11 Specifiche di prodotto

I.12.11.1 Rigidezza

Il parametro di rigidità dipende principalmente dalle condizioni di posa e dalle pressioni considerate dal progetto. La rigidezza minima necessaria per il progetto in oggetto è stata determinata sulla base dei seguenti fattori:

- pressione richiesta dal progetto – PN1;
- modo di esecuzione descritto nel progetto tecnico di posa;
- dimensionamento statico della condotta – fase di posa e fase definitiva.

Per il presente progetto la rigidezza è: **SN10000**

I.12.11.2 Pressione nominale

La pressione nominale è definita sul progetto in oggetto ed è: **PN1**
La pressione massima di collaudo considerata è inferiore o uguale a 1,5 volte la pressione di esercizio.

I.12.11.3 Dimensioni e spessore

Le tubazioni hanno una lunghezza standard di 6 metri, per il progetto in oggetto vengono fornite le lunghezze predefinite del progetto esecutivo di montaggio.
I parametri principali dimensionali sono quelli indicati sotto nelle schede allegate a questo documento.

I.12.12 Test di validazione

Il dimensionamento ed il design dei tubi sono determinati sulla base di test eseguiti in laboratori abilitati secondo la norma EN 1796/EN14364. Il test utilizza campioni sviluppati con i metodi di produzione corrispondente e in conformità con gli studi di progetto **per raggiungere una vita utile di esercizio minimo di 50 anni**. Il design di progetto delle tubazioni deve garantire, inoltre, un

fattore di sicurezza del 1,8 a 50 anni.
I test di laboratorio vengono eseguiti su campioni di diametro DN600 per poi essere estrapolati ad altri diametri. I campioni dei tubi sono simili nella composizione del materiale e fabbricati con le stesse specifiche.
Tutti i risultati dei test sono informazioni di proprietà del produttore ma in ogni momento disponibili per la visione su eventuale richiesta del committente o del suo rappresentante autorizzato.
Tramite questa procedura è garantita la qualità del design del tubo e l'impostazione della produzione stessa del tubo.
I parametri di base per la progettazione del tubo sono:

- **BASE DI DISEGNO IDROSTATICA - HDB;**
- **UNITÀ DI ALLUNGAMENTO A DEFLESSIONE A LUNGO TERMINE – Sb;**
- **RESISTENZA CHIMICA A DEFLESSIONE A LUNGO TERMINE;**
- **GIUNTI.**

I.12.12.1 Base di disegno idrostatica - hdb

La base di disegno idrostatica (HDB) viene ottenuta secondo la procedura B di ASTM D2992 norma, come stabilito attraverso l'estrapolazione del valore corrispondente a 50 anni di vita.

I.12.12.2 Unità di allungamento a deflessione a lungo termine – sb

L'unità di allungamento a deflessione a lungo termine (Sb) viene ottenuta secondo la norma ASTM D 5365 per i progetti di installazione interrata. La prova deve essere eseguita a temperatura di ambiente per temperature di lavoro inferiori a 35°C.

I.12.12.3 Resistenza chimica a deflessione a lungo termine – scv

La deflessione a lungo termine in un ambiente chimico (SCV) viene determinata in base alla norma ASTM D3681 standard per fognature e applicazioni industriali. La prova deve essere eseguita a temperatura di ambiente per temperature di lavoro inferiori a 35°C.

I.12.12.4 Giunti

I giunti devono essere controllati in base alle prove di riferimento standard e quelle indicate nel disciplinare del progetto in oggetto.

Giunto di collegamento a manicotto

ISO 8639 Plastica termoindurente rinforzato con vetro (PRFV), tubi e raccordi - Metodi di prova per la tenuta di raccordi flessibili.
ASTM D4161 - 01 (2005): Specifiche standard per fibra di vetro (Fibra di vetro rinforzata con resina termoindurente). Giunti flessibile con sigillante elastomerico.

I.12.13 Controllo di qualità

I test di controllo qualità per i tubi devono essere effettuati rigorosamente seguendo la presente specifica.
I test devono essere almeno i seguenti:

A. Materie prime;
B. Rigidezza;
C. Prova idrostatica;
D. Capacità di carico;
E. Durezza Barcol;
F. Dimensioni Critiche;
G. Approvazione visiva.

Il fornitore deve tenere un registro delle prove; ed i rapporti sono disponibili per l'ispezione da parte del Cliente o dalla sua o il suo rappresentante autorizzato.
La frequenza delle prove sarà in base al capitolato di ispezione del fornitore.

I.12.13.1 Materie prime

Le materie prime utilizzate per la fabbricazione dei tubi in base alle specifiche, sono verificate dal produttore prima dell'uso per garantire che soddisfano tutte le caratteristiche indicate. Tutti i materiali forniti sono certificati dal fornitore in merito alla corrispondenza dei requisiti tecnici richiesti dal progetto in oggetto.
Le uniche materie prime che vengono utilizzate sono quelle che sono state precedentemente approvate dal produttore secondo l'elenco delle materie prime ammissibili.

I.12.13.2 Rigidezza

I campioni vengono provati per verificare che la rigidezza del tubo è quella indicata nel punto 2.1. La frequenza di campionamento e definito nel programma di qualità del produttore.
Se uno dei campioni non raggiunge i requisiti richiesti viene rifatto il test. Se il campione risulta non valido, vengono tagliati due campioni supplementari dal lotto in controllo (dai tubi precedente e seguente al campione). Se entrambi superano il test, il lotto viene considerato accettabile, a parte il tubo che non ha dato esito positivo. Se entrambi i tubi non superano il test, viene eseguito un test per ogni tubo del lotto prodotto. La prova viene eseguita secondo gli standard indicati, ottenendo il valore di rigidezza attraverso una deflessione anulare del3%. I campioni vengono testati sottoponendoli ad un livello A deflessione, secondo quanto stabilito nella norma di riferimento, in cui non deve apparire nessuna crepa sulla superficie interna o esterna del campione. Dopo i campioni devono essere sottoposti ad una deviazione di livello B

secondo gli stessi standard non devono apparire delaminazioni nella parete del tubo, in questo caso sono ammesse crepe superficiali del liner interno.

I.12.13.3 Prova idrostatica

Il fornitore esegue le prove idrostatiche su tutti i tubi (100%), separatamente, a due volte la pressione nominale per una durata di due minuti. La pressione nominale del tubo è quella specificata nel punto 2.2. ogni tubo che non supera il test viene eliminato.

I.12.13.4 Capacità di carico

Per verificare la capacità di carico in direzione assiale e circonferenziale le prove devono essere eseguite conformemente ai requisiti della norma di riferimento.
Se i campioni non superano i requisiti della prova, due campioni supplementari devono essere tagliati, uno dal tubo precedente e uno del tubo seguente. Se entrambi superano il test, il lotto viene considerato accettabile, a parte il tubo che non ha dato esito positivo.

I.12.13.5 Durezza barcol

Tubi che non raggiungono la durezza minima di 35 vengono eliminati. Tubi eliminati possono essere analizzati in seguito in conformità con questa specifica (ATSM D2583). Se la durezza raggiunge il valore richiesto, è considerato accettabile.

I.12.13.6 Dimensioni critiche

I tubi devono essere misurati per dimostrare la loro conformità con le dimensioni critiche tra cui diametro, spessore, perpendicolare del taglio e la lunghezza.

Diametro

La verifica del diametro deve essere effettuata su ogni cambio di diametro prodotto.

Spessore

Tutti i tubi devono essere conformi con gli spessori indicati dal produttore. Lo spessore medio minimo deve essere maggiore o uguale a quello indicato. Lo spessore minimo puntuale deve essere maggiore di 87,5% dello spessore indicato nel punto 5 della presente specifica

Lunghezza

Tutti i tubi devono essere misurati per verificare che soddisfano i requisiti di cui al punto 1.6.3 - LUNGHEZZE DI TUBO della presente specifica.

I.12.13.7 Controllo visivo

I tubi devono essere liberi di tutti i difetti visivi; compresi delaminazioni, bolle, pori, crepe, inclusioni di resina od aree asciutte, che per loro natura, grado od espansione potrebbero essere dannose per le caratteristiche del servizio dei tubi. I tubi devono essere il più possibile uniformi nel colore, opacità, densità ed altre proprietà fisiche.

Per collegare il tubo con un giunto, il tubo deve avere una superficie esterna liscia e calibrata sufficiente per il montaggio a tenuta garantita del manicotto.

II. LAVORI DI RIPARAZIONE DEI GIUNTI SU CONDOTTE DI GRANDE DIAMETRO

II.1 Ispezione e preparazione delle tubazioni

Prima della posa dei nuovi sistemi di tenuta idraulica, sarà necessario procedere con le seguenti lavorazioni:

1) eliminazione della acqua presente nelle tubazioni da rifunzionalizzare con l'uso di pompe di aggottamento;
2) Prelievo, trasporto e smaltimento presso impianti autorizzati dei rifiuti (liquami, fanghi liquidi, fanghi disidratati, sabbia, vaglio, oli e grassi, ecc.) presenti nei collettori fognari, previa caratterizzazione degli stessi in laboratori di analisi certificati;
3) pulizia della tratto di tubazione da risanare eseguita a mano o con idropulitrice.
4) Individuazione dei giunti da trattare mediante ispezione visiva o utilizzando i filmati delle video-ispezioni eseguite
5) Definizione della tipologia di sistemi di tenuta idraulica da utilizzare per ogni giunto individuato al punto 4)

II.2 Sigillatura dei giunti - AMEX -10 Mono

La sigillatura dei giunti delle tubazioni potrà avvenire, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, mediante la fornitura e posa in opera di sistemi di tenuta interni AMEX-10 MONO da 260 mm.
La guarnizione AMEX-10 MONO è ideale per la sigillatura di raccordi per tubi in tutti i tipi comuni di materiali e sono progettate per resistere a pressioni di esercizio interne di 25 bar ed esterne di 8 bar. La tenuta AMEX-10 MONO è costituita da una guarnizione in gomma elastica e 2-3 fasce elastiche ad alta resistenza in acciaio inox.
Al fine di garantire la perfetta tenuta tutte le guarnizioni AMEX-10 MONO sono fatte su misura e istallate manualmente e testate durante l'istallazione usando una valvola di prova comprovata.

Approvazioni e certificati:

- approvazioni per acqua potabile: KTW, DVGW W 270, NSF, ACS, DWI, WRAS
- istituto tedesco per le tecnologie edilizie DIBT Z-42,3-474
- Resistenza comprovata contro getto idrico in pressione e pressione di esercizio interna DIN 19523
- Prove di tenuta delle guarnizioni per giunti flessi e piegati
- Test di idoneità completa per tutte le materie prime ISO 3384, ISO 188, DIN EN 681
- Rilassamento da stress compresso come da BS 903
- Prova di pressione 1000 ore – guarnizione AMEX-10

Temperatura e fluidi

- Resistenza alla temperatura da -30°C + 230°C

- Materiali di tenuta in gomma: etilene propilene diene monomio (EPDM) per tutte le applicazioni legate all'acqua
- Gomma nitrile butadiene (NBR) per tutte le applicazioni correlate a gas e petrolio
- Gomma fluorurata (FKM): per resistenza alle alte temperature

Caratteristiche della guarnizione

- guarnizione in qualità EPDM (fognatura / acqua non potabile)
- nr. 3 anelli tenditori con blocchi di fissaggio
- nr. 3 piastre di bloccaggio
- nr. 1 lamierino in acciaio 1.4404.

Per ottenere la perfetta aderenza degli anelli tenditori alla tubazione esistente occorrerà utilizzare adeguato utensile idraulico manovrato da personale esperto appositamente formato per la posa delle guarnizioni AMEX-10 mono.
Le lavorazioni saranno eseguite all'interno delle tubazioni esistenti, quindi in ambienti confinati e, pertanto, gli operai dovranno essere già formati per tali lavorazioni.

II.3 Sigillatura dei giunti e pozzetti- malte

Per la sigillatura e/o impermeabilizzazione di giunti fognari e/o pozzetti potranno essere utilizzati i seguenti materiali:

1) malta cementizia tixotropica, reoplastica, fibrorinforzata, a ritiro compensato, strutturale, tipo REPAR TIX di Azichem Srl, costituita da cementi speciali, aggregati silicei selezionati, fibre polipropileniche, agenti anticorrosivi, microsilicati ad attività superpozzolanica, plastificanti ed additivi stabilizzanti. Il supporto, prima dell'applicazione del prodotto, dovrà essere opportunamente preparato al fine di risultare: ruvido, pulito, saturo d'acqua a superficie asciutta, privo di imbrattamenti, esente da polvere e da qualsiasi sostanza potenzialmente distaccante (grassi, olii, patine biologiche, etc.).

   Il prodotto dovrà essere resistente ai raggi U.V., non infiammabile, a basso contenuto di cloruri e con resistenza a compressione >55 N/mmq.
   Spessore minimo di posa 5 mm. Spessore mx. 3 cm
2) Resine a base poliuretanica insolubili in acqua e stabili nel tempo, studiate per sigillare in modo permanente infiltrazioni, fessurazioni o giunti difettosi in tutte le strutture in calcestruzzo verticali o orizzontali vecchie o nuove come: - platee di fondazione, muri controterra, scantinati, fosse d'ascensore - opere marittime, opere di genio civile e militare come ponti, dighe, bunker - impianti di depurazione, fognature - vasche di contenimento d'acqua, piscine, vasche antincendio - serbatoi d'acqua, condotte idriche, canali d'irrigazione - gallerie, sottopassaggi. Ottima adesione su calcestruzzo, mattoni e metalli. Ottima resistenza agli agenti chimici, agli alcali, agli idrocarburi . Grado minimo di espansione 2100%.

3) Stucchi a base bentonitica sodica opportunamente studiati per impermeabilizzazioni di strutture interrate in calcestruzzo, con elevata capacità di essere plasmati, elevata capacità di rigonfiamento in acqua, elevata densità e stabilità chimica nel tempo

4) legante idraulico a presa ed indurimento rapidissimi per il bloccaggio di infiltrazioni d'acqua continue anche in pressione (tipo Lamposilex della MAPEI S.p.A). Il supporto dovrà presentarsi solido e pulito, privo di qualsiasi parte incoerente che possa comprometterne l'adesione. Il prodotto, a base di un legante premiscelato in polvere composto da cementi ad alta resistenza e additivi, dovrà essere applicato su sottofondi bagnati a rifiuto con acqua plasmandolo con le mani ed esercitando un pressione per i 2-3 minuti necessari al fine presa del prodotto stesso. Terminato l'intervento, il materiale in eccesso andrà asportato per mezzo di un flessibile o di una mola abrasiva. Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche: resistenza a flessione (N/mm²) :
– dopo mezz'ora: 3
– dopo 1 h: 4
– dopo 3 h: 4
– dopo 24 h: 5
– dopo 7 gg: 8
– dopo 28 gg: 9
resistenza a compressione (N/mm²) :
– dopo mezz'ora: 17
– dopo 1 h: 20
– dopo 3 h: 24
– dopo 24 h: 32
– dopo 7 gg: 44
– dopo 28 gg: 46

5) giunto idroespansivo altamente flessibile (tipo Idrostop Soft della MAPEI S.p.A.) composto da una mescola di bentonite sodica naturale e gomma butilica, con una densità pari a 1,48 kg/dm³ (secondo ASTM D 71-84), in grado di espandersi a contatto con l'acqua oltre al 250% del suo volume iniziale, senza che vengano compromesse le caratteristiche di tenuta. L'applicazione del prodotto dovrà essere effettuata previa adeguata pulizia del supporto (da computarsi a parte) così da eliminare tutti i residui delle lavorazioni precedenti. Il prodotto, di dimensioni 25 mm × 20 mm, è idoneo a sigillare le riprese di getto del calcestruzzo, purché il confinamento laterale sia sempre pari o superiore a 8 cm. Il giunto dovrà essere fissato al calcestruzzo mediante a base di polimeri sililati (tipo Ultrabond MS Rapid della MAPEI S.p.A.) e le giunzioni dei capi dovranno avvenire per semplice accostamento per almeno 6 cm. Compresa e compensata nel prezzo per dare il lavoro finito a regola d'arte è la fornitura dell'adesivo necessario al fissaggio.

6) Malta cementizia bicomponente elastica per applicazioni a rullo o a spruzzo a base di leganti cementizi, inerti selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa (tipo Mapelastic Foundation della MAPEI S.p.A.) per l'impermeabilizzazione di superfici in

calcestruzzo soggette a spinta idraulica positiva e negativa. L'applicazione della malta dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto asportando tutte le parti inconsistenti e in fase di distacco, fino ad ottenere un sottofondo solido e asciutto, avendo cura di eliminare residui polverosi che impediscono una corretta adesione del prodotto. Il supporto così preparato va trattato con un promotore d'adesione consolidante acrilico in dispersione acquosa (tipo Primer 3296 della MAPEI S.p.A.), diluito in rapporto 1 : 1 con acqua e applicato a pennello o a rullo.
Il prodotto dovrà essere applicato a rullo, in un uno spessore totale non inferiore a 2 mm.
Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche:
adesione al calcestruzzo (EN 1542 dopo 28 gg) (N/mm²): > 1
adesione al calcestruzzo (EN 1542 dopo 7 gg) (N/mm²): > 0,7
resistenza alla fessurazione (EN 1062-7) (mm): classe A4 (> 1,25 mm)
permeabilità al vapore acqueo (EN ISO 7783-1): SD = 2,4 m e μ = 1200
impermeabilità all'acqua (EN 1062-3) (kg/m²·h0,5): < 0,07
permeabilità della CO2 (EN 1062-6) (m): > 300
impermeabilità all'acqua in pressione di spinta positiva (EN 12390-8) – 5 bar per 3 gg: nessuna penetrazione – 1,5 bar per 7 gg: nessuna penetrazione impermeabilità all'acqua in pressione 1,5 bar di spinta negativa: nessuna penetrazione elasticità dopo 28 gg (DIN 53504) (%): > 60 reazione al fuoco: Euroclasse APPLICAZIONE A RULLO SPESSORE MEDIO 2 mm

II.4 **Espurghi e pulizie fognarie**

Nell'ambito del presente appalto dovranno essere assicurati, per la corretta esecuzione di tutti gli interventi progettati, il prelievo, il trasporto e lo smaltimento presso impianti autorizzati dei rifiuti (liquami, fanghi liquidi, fanghi disidratati, sabbia, vaglio, oli e grassi, ecc.) presenti nei collettori fognari da risanare, previa caratterizzazione degli stessi in laboratori di analisi certificati (onere a carico dell'Impresa ed incluso nella corresponsione degli oneri di smaltimento)

Il personale impiegato per l'esecuzione di tutte le lavorazioni previste dovrà essere munito di tutti i dispositivi di protezione individuale previsti dalla legge. In ogni caso, la squadra operativa dovrà essere formata da almeno 2 (due) operai specializzati che, attraverso l'utilizzo di ogni più moderna ed avanzata risorsa tecnica (automezzi, attrezzature, strumentazione, mezzi operativi, ecc.) dovranno garantire la corretta esecuzione di tutti gli interventi atti a garantire la corretta pulizia e manutenzione delle tubazioni.

La squadra operativa dovrà operare in condizioni di piena efficienza ed autonomia; a tal fine dovrà essere attrezzata con la seguente dotazione minima:

automezzi idonei alla risoluzione della problematica segnalata dal Direttore dei Lavori ed adatti ad operare nei siti indicati nella richiesta di intervento;

segnaletica stradale;

attrezzatura complementare atta a garantire l'esecuzione degli interventi a perfetta regola d'arte ed in totale sicurezza.

Ai fini dell'espletamento delle suddette attività l'impresa Appaltatrice è tenuta alla predisposizione di tutta la documentazione necessaria per l'esecuzione degli interventi affidati dalla Stazione Appaltante (ordinanze, permessi, autorizzazioni e nulla osta necessari all'esecuzione dei lavori, come richiesto dagli Enti preposti (Comuni, Consorzi, Provincia, ANAS, Autostrade, Ferrovie, Circumvesuviana, ENEL, Telecom, privati e altri eventuali) nonché all'apposizione di ogni segnaletica preliminare e contemporanea all'esecuzione dell'intervento in ottemperanza alle ordinanze degli Enti proprietari della strada.

In taluni casi le operazioni di manutenzione per la disostruzione e la pulizia di reti ed impianti potranno richiedere anche interventi manuali degli operatori per la particolare natura delle infrastrutture fognarie e depurative.

Il trasporto e il relativo conferimento dei rifiuti si intenderà esteso sino al luogo di ubicazione dei rispettivi impianti di smaltimento e dovrà avvenire nel pieno rispetto della vigente normativa.

L'Impresa Appaltatrice, conformemente a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia di rifiuti, *diventerà produttore del rifiuto prodotto nel corso dell'esecuzione di tutte le attività previste nel servizio di manutenzione sulle reti e sugli impianti oggetto dell'Accordo Quadro*, con ogni conseguenza di legge a suo carico tra le quali anche l'obbligo della caratterizzazione dei rifiuti prodotti richiesti per lo smaltimento degli stessi.

Tutte le operazioni dovranno essere completate nei termini stabiliti dal programma degli interventi definito dalla stazione Appaltante. Eventuali deroghe potranno essere concesse dal Direttore dell'esecuzione o suo rappresentante a seguito di richiesta motivata da parte dell'Impresa Appaltatrice.

Lungo le strade di ogni genere e categoria, durante l'esecuzione, l'Impresa dovrà adottare tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito ai pedoni ed ai veicoli secondo quanto specificato nel Codice della Strada vigente. Per questo l'Impresa dovrà collocare passerelle, dispositivi luminosi, ripari, segnaletica stradale, e quant'altro necessario, adeguati e ben visibili, oltre a tutti quei dispositivi necessari alla sicurezza degli operatori impegnati nei lavori in sede stradale nel rispetto anche delle eventuali ordinanza di regolamentazione del traffico veicolare. L'onere di tali incombenze è già compensato con il prezzo previsto dal CSA, per cui non potrà essere motivo di richiesta di oneri aggiuntivi.

III. COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE

III.1 Movimentazione e posa delle tubazioni

III.1.1 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, allorchè le tubazioni siano impiegate su tracciati che ricadano in dette zone;
- altre eventuali particolari prescrizioni, purchè 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.

III.1.2 Movimentazione delle tubazioni

III.1.2.1 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 ed 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.

III.1.2.2 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.

III.2 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 così 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 15 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 esserci elementi lapidei per una profondità eccedente il 5% della lunghezza dello scavo. Per tutto il tempo in cui gli scavi 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.

III.3 Posa della tubazione

III.3.1 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.

III.3.2 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 15 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. Resta, quindi, 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 devono 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, 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.

III.3.3 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.

III.3.4 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. È 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. È 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.

III.3.5 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 nonchè 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.

III.4 Attraversamenti e parallelismi

III.4.1 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.

III.4.2 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 - per i quali vanno comunque scrupolosamente osservate le prescrizioni del D.M. 23 febbraio 1971 come modificato dal D.M. 10 agosto 2004 - devono essere sempre eseguiti in cunicolo, possibilmente ispezionabile, avente lunghezza almeno uguale alla larghezza della piattaforma ferroviaria; alle estremità del cunicolo, prima e dopo l'attraversamento deve essere predisposto un pozzetto contenente una saracinesca di intercettazione ed una derivazione per scarico.
Anche 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.

III.4.3 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.

III.4.4 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

III.5 Prova idraulica della condotta in pressione

III.5.1 Puntellamenti ed ancoraggi per la prova

Prima di procedere al riempimento della condotta per la prova idraulica deve essere eseguito il rinfianco ed il rinterro parziale della condotta in modo da impedire che la pressione interna di prova provochi lo spostamento dei tubi; ed i raccordi corrispondenti alle estremità, alle curve planimetriche ed altimetriche, alle diramazioni ed alle variazioni di diametro devono essere opportunamente puntellati.
Prima di eseguire gli ancoraggi definitivi in muratura, (ma di quelli che venissero costruiti si dovrà

accettare la stagionatura, prima della prova) saranno effettuati puntellamenti provvisori sulle pareti dello scavo a mezzo di carpenteria in legno o in ferro (p.e. puntelli in ferro telescopici regolabili in lunghezza, martinetti idraulici) per facilitare lo smontaggio della condotta nel caso di eventuali perdite.
Per equilibrare la spinta longitudinale sul terminale della condotta può rendersi talvolta opportuno costruire un blocco trasversale in calcestruzzo; in tale caso si provvederà nel blocco stesso un foro per il successivo passaggio, in prosecuzione, della condotta.
Nel caso di raccordi collegati a valvola di interruzione in linea, i raccordi stessi devono essere opportunamente ancorati mediante apposite staffe metalliche collegate alle murature del pozzetto, allo scopo di contrastare le spinte idrostatiche, derivanti dalla differenza di pressione monte-valle della valvola, generate dalla sua chiusura.
Per i blocchi di ancoraggio sarà generalmente adottata la forma a pianta trapezia ed altezza costante, con i lati maggiore e minore del trapezio di base adiacenti rispettivamente alla parete verticale dello scavo ed alla condotta.
I blocchi di ancoraggio destinati ad essere sollecitati esclusivamente a compressione saranno realizzati in calcestruzzo cementizio non armato dosato a 300 kg di cemento per 1 m³ di inerti.
blocchi destinati a sollecitazione di trazione e presso-flessione saranno realizzati in calcestruzzo cementizio armato.
Le dimensioni dei blocchi saranno quelle di progetto o stabilite dalla Direzione dei Lavori.

III.5.2 Tronchi di condotta - Preparazione della prova

La condotta verrà sottoposta a prova idraulica per tronchi via via completati.
Si farà in modo di provare tronchi aventi alle estremità nodi o punti caratteristici della condotta, quali incroci, diramazioni, sfiati, scarichi, così da avere a disposizione i raccordi ai quali collegare le apparecchiature occorrenti alla prova idraulica; in questo caso, quando manchino saracinesche di linea, può essere realizzato il sezionamento del tronco da collaudare interponendo temporaneamente, fra due flange piane, un disco di acciaio.
Se invece le estremità delle condotte non sono costituite da raccordi utilizzabili in via definitiva, occorre chiudere provvisoriamente le estremità della condotta con gli opportuni raccordi a flangia (tazza o imbocco) e relativi piatti di chiusura aventi un foro filettato.
L'Appaltatore eseguirà le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni quella degli ancoraggi provvisori e di tutte le operazioni per le prove.
Il Direttore dei lavori potrà prescrivere dispositivi speciali (come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo - da rimuovere in tutto o in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente alla interruzione - con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua).
L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario (acqua per il riempimento delle tubazioni, piatti di chiusura, pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometro registratore ufficialmente tarato) per l'esecuzione delle prove e per il loro controllo

da parte del Direttore dei lavori.
Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbatacchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni sì da non dare luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

III.5.3 Riempimento della condotta

Si riempirà la condotta con acqua immessa preferibilmente dall'estremità a quota più bassa del tronco, per assicurare il suo regolare deflusso e per la fuoriuscita dell'aria dall'estremità alta; il riempimento sarà sempre fatto molto lentamente per assicurare la completa evacuazione dell'aria.
Il piatto di chiusura del raccordo sull'estremità alta deve essere forato nel punto più alto corrispondente alla sezione interna del tubo e munito di rubinetto di spurgo d'aria.
In modo analogo occorre assicurare lo spurgo dell'aria in eventuali punti di colmo (sfiati) intermedi della tratta da provare e, in alcuni casi, in corrispondenza delle variazioni di diametro.
L'immissione dell'acqua deve essere fatta ad una discreta pressione (2-3 bar almeno) collegando la condotta alla rete già in esercizio; nel caso di condotte di adduzione esterne si può prelevare l'acqua dai tronchi già collaudati o da vasche, pozzi, corsi d'acqua, mediante pompe munite di valvola di fondo.
Nella fase di riempimento occorre tenere completamente aperti i rubinetti di sfiato.
Si lascerà fuoriuscire l'acqua dai rubinetti per il tempo necessario affinchè all'interno della condotta non vi siano residue sacche d'aria (le quali renderebbero praticamente impossibile la messa in pressione).
In caso di necessità possono realizzarsi punti di sfiato mediante foratura della condotta in corrispondenza della generatrice superiore e posa in opera di "staffe a collare".

III.5.4 Collocazione della pompa e messa in pressione

Ad avvenuto riempimento della condotta saranno lasciati aperti per un certo tempo gli sfiati per consentire l'uscita di ogni residuo d'aria e sarà poi disposta, preferibilmente nel punto più basso di essa, la pompa di prova a pistone o a diaframma (del tipo manuale o a motore) munita del relativo manometro registratore ufficialmente tarato. La pompa, se posta nel punto di immissione principale (collegamento alla rete, ecc.), va collegata mediante apposita diramazione e relative valvole di intercettazione, allo scopo di poter effettuare ulteriori riempimenti della condotta senza perdite di tempo per disconnessioni temporanee.
Agendo sulla leva della pompa (o sull'accensione del motore) si metterà la condotta in carico fino ad ottenere la pressione di prova stabilita, che sarà raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto primo.
Specie nel periodo estivo e per le condotte sottoposte ai raggi solari nelle ore più calde della giornata, si controllerà il manometro, scaricando se necessario con l'apposita valvola della pompa

l'eventuale aumento di pressione oltre i valori stabiliti.
Dopo il raggiungimento della pressione richiesta, verrà ispezionata la condotta per accertare che non vi siano in atto spostamenti dei puntelli o degli ancoraggi in corrispondenza dei punti caratteristici della condotta.

III.5.5 Le due prove

La prova idraulica della condotta consisterà di due prove, una a giunti scoperti a condotta seminterrata e l'altra a cavo semichiuso, che saranno eseguite ad una pressione pari a 1,5-2 volte la pressione di esercizio.
Alle prove la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.
Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prima prova, la Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, eseguirà la visita accurata di tutti i giunti che, all'inizio della prova, debbono risultare puliti e perfettamente asciutti.
Il buon esito della prima prova sarà dimostrato dai concordi risultati dell'esame dei giunti e dal grafico del manometro registratore; non potrà perciò accettarsi una prova in base alle sole indicazioni, ancorchè positive, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.
Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, essa dovrà essere ripetuta.
Dopo il risultato favorevole della prima prova, si procederà alla seconda prova a cavo semichiuso, il cui buon esito risulterà dal grafico del manometro registratore.
Se questa seconda prova non darà risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti e il rinterro rinnovato. La prova verrà quindi ripetuta con le stesse modalità di cui sopra.
La sostituzione dei tubi che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda la fornitura del materiale che per la manodopera e l'attrezzatura occorrenti.
Dopo il risultato favorevole della 1° e 2° prova, per le quali la Direzione dei Lavori redigerà "verbale di prova idraulica", verrà completato il rinterro.

III.6 Rinterro

III.6.1 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.

III.6.2 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.

III.6.3 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.

IV.COSTRUZIONE DEI VARI TIPI DI CONDOTTA

IV.1 Costruzione delle condotte in ghisa

IV.1.1 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.

IV.1.2 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.

IV.1.3 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.

IV.1.4 Posa in opera di raccordi, apparecchi 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.

IV.1.5 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.

IV.1.5.1 Con giunto automatico (RAPIDO)

IV.1.5.1.1 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.

IV.1.5.1.2 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.

IV.1.5.1.3 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.

IV.1.5.1.4 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.

IV.1.5.1.5 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*".

IV.1.5.1.6 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 devono 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.

IV.1.5.2 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.

IV.1.5.2.1 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.

IV.1.5.2.2 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.

IV.1.5.2.3 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 né fuoriuscite.
Si fa scorrere la controflangia sulla canna fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza.

IV.1.5.2.4 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.

IV.2 Costruzione delle condotte in PVC

IV.2.1 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 né 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.

IV.2.2 Posa in opera dei tubi in PVC

IV.2.2.1 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.

IV.2.2.2 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.

IV.2.2.3 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 ($\Delta x/D$) 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).

IV.2.2.4 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.

IV.2.2.5 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%

IV.2.2.6 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.

IV.2.3 Esecuzione delle giunzioni

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

IV.2.3.1 Giunzioni di tipo rigido

Per le giunzioni di tipo rigido si osserveranno le seguenti prescrizioni:

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

IV.2.3.2 Giunzioni di tipo elastico

Per le giunzioni di tipo elastico, si osserveranno le seguenti indicazioni:

1. provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre;
2. togliere provvisoriamente la guarnizione elastometrica qualora fosse presente nella sua sede;
3. 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;

4. inserire in modo corretto la guarnizione elastometrica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;
5. lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.);
6. 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.

IV.3 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:

1. la deformazione diametrale;
2. 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.

IV.3.1 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).

IV.3.2 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.

IV.4 Costruzione delle condotte in P.R.F.V.

La Plastica Rinforzata con Fibre di Vetro è un materiale composito, costituito da almeno due diversi elementi fondamentali: la resina e le fibre di vetro. Le peculiarità offerte di ciascuno di questi elementi vengono combinate ottenendo uno straordinario effetto complessivo.
È possibile combinare le diverse proprietà fisiche di questi elementi grazie alla resina, che rappresenta l'elemento legante; le fibre di vetro costituiscono invece l'elemento di rinforzo. Le rispettive molecole non si legano tra loro, bensì formano un composito aggregandosi negli strati più esterni. È importante rilavare che i diversi componenti hanno notevoli affinità dal punto di vista delle lavorazioni di processo. La tecnologia su cui il PRFV è basato ha avuto origine nelle industrie aeronautica e degli armamenti, dove il contenimento dei pesi abbinato ad elevate prestazioni sono caratteristiche imprescindibili.
I tubi centrifugati in plastica rinforzata con fibre di vetro sono, quindi, costituiti da un composito di resina poliestere, fibra di vetro ed altri elementi minerali e di rinforzo. La particolare struttura della parete del tubo assicura l'apporto da parte di ogni singolo componente delle rispettive peculiarità, per formare il prodotto finito.
I tubi centrifugati in P.R.F.V. sono prodotti utilizzando spezzoni di fibre di vetro, resine termoindurenti come ad esempio resine poliestere insature o vinilestere, ed aggregati minerali. Ogni singolo elemento viene avviluppato dalla resina, che crea quindi un solido legame tra questi. A seconda delle caratteristiche richieste per il tubo, della rigidità e della classe di pressione, la parete del tubo viene realizzata sulla base di un apposito algoritmo, controllato dal processo

produttivo
La parete del tubo è costruita partendo dallo strato più esterno, per muoversi quindi verso l'interno, in uno stampo rotante. Una volta che tutti i componenti sono stati depositati all'interno dello stampo, la velocità di rotazione aumenta, generando una forza centrifuga fino a 75 g, che li comprime contro la parete dello stampo. Si elimina così la presenza di qualsiasi bolla di gas, mentre le materie prime risultano fortemente compattate, creando tubi in PRFV di elevata qualità, con una parete priva di qualsiasi eventuale cavità. Nella fase finale della produzione, il tubo viene riscaldato per provocarne la completa polimerizzazione (la resina indurisce). Lo stampo continua la propria rotazione mentre questo processo si svolge, il che assicura che il tubo rimanga circolare, con uno spessore perfettamente uniforme per tutta la lunghezza ed un diametro esterno calibrato.
I tubi in PRFV Centrifugati vantano un'alta resistenza alla compressione assiale e peso contenuto.

I tubi possono essere classificati in base alla:

- rigidezza, o resistenza allo schiacciamento trasversale
- resistenza alla pressione interna
- resistenza all'aggressione chimica

La rigidezza di un tubo indica la capacità di questo a resistere alle sollecitazioni di schiacciamento trasversale: più spessa è la parete del tubo, maggiore è la sua rigidezza e, per conseguenza, la capacità di resistere ai carchi statici e dinamici esterni, come pure alle basse pressioni interne. I tubi con classi di rigidezza standard rientrano tra le tubazioni cosiddette flessibili poiché, una volta posato, la deformazione del tubo si ripercuote in modo rilevante verso il terreno limitrofo, con il risultato che il terreno stesso riveste un ruolo primario nel sostenere i carichi sovrastanti. Da un punto di vista meccanico è peraltro risultata più funzionale la classificazione del PRFV secondo classi di rigidezza, anziché secondo lo spessore

Tubazioni a gravità
Rigidezza SN 10000 N/m², PN 1

Tubazioni in pressione
Rigidezza SN 10000 N/m², PN 10

IV.4.1 Trasporto

In stabilimento, i tubi vengono imballati e caricati in funzione del tipo di trasporto. Il sollevamento dei 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.

IV.4.2 Posa in opera dei tubi in P.R.F.V.

IV.4.2.1 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.

IV.4.2.2 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.

IV.4.2.3 Procedura di reinterro

Il reinterro della trincea avverrà in due fasi distinte.
Posata una prima tratta di condotta si procederà, per lasciare i giunti scoperti, alla ricopertura della parte centrale dei singoli elementi di tubazioni (incavallottamento) portata fino al piano di campagna.
Il reinterro totale verrà eseguito solo dopo le previste prove in opera delle condotte; molta attenzione dovrà essere posta nel compattare il materiale lungo i fianchi della tubazione ed in ogni caso il valore della compattazione dovrà assicurare una deflessione (diminuzione del diametro verticale) del tubo posato non maggiore del 5%.

IV.4.2.4 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.

IV.4.2.5 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.

IV.4.2.6 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.

IV.4.3 Prove delle condotte

IV.4.3.1 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.

IV.4.3.2 Costipamento

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

IV.4.3.3 Deformazioni del tubo

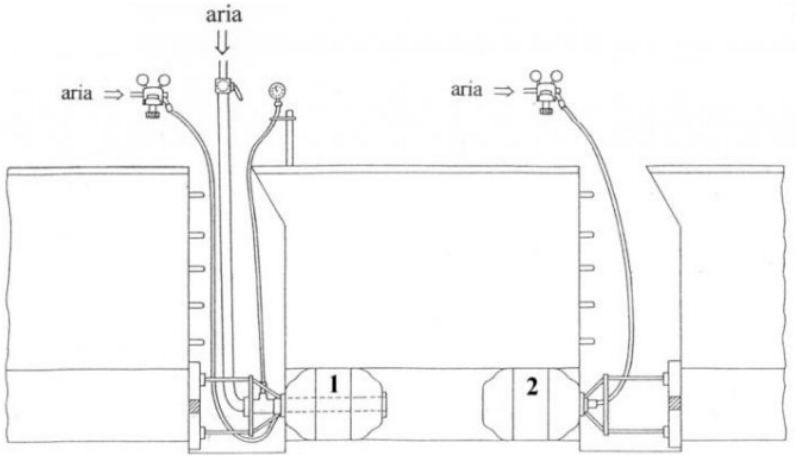
Se necessario, si devono controllare le variazioni verticali del diametro dei tubi flessibili per verificare che siano conformi al progetto di installazione.

IV.5 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) $t = \frac{1}{K_p} \times \ln \frac{p_0}{p_0 - \Delta_p}$

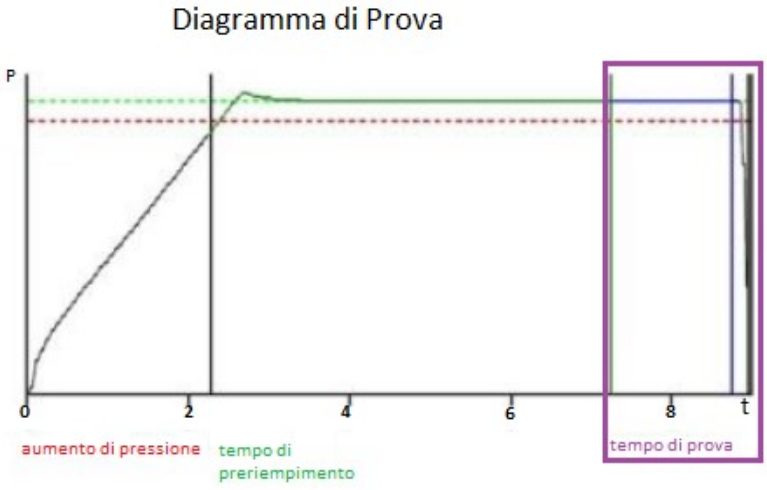
Per tubi di calcestruzzo non impregnato K_p = 16/DN con massimo 0,058.
Per tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali K_p = 12/DN con massimo 0,058.
Con *t* arrotondato al mezzo minuto più vicino quando $t \leq 5$ min, e al minuto più vicino quando $t > 5$ min.
Per tubi non sferici si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

Per diametri superiori si devono adottare i seguenti parametri ricavati dalla relazione di normativa

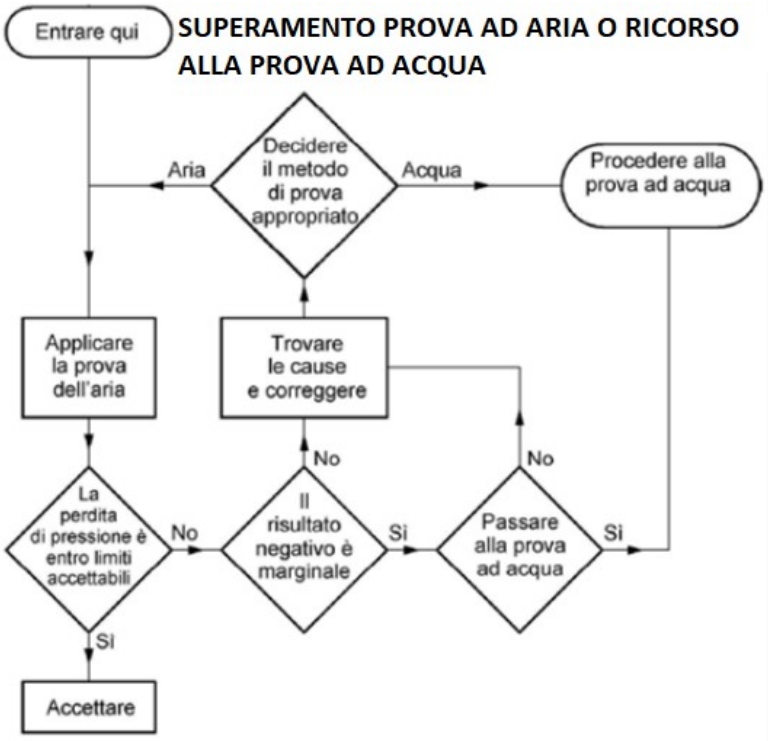
riportata nella tabella precedente:

	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.

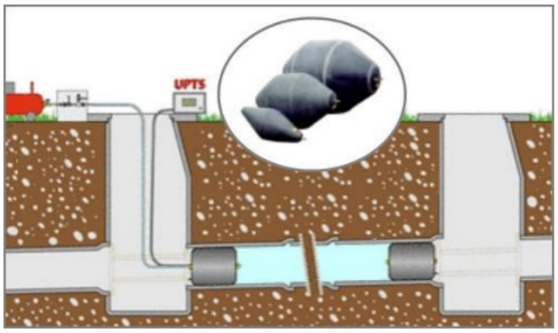


Al termine della prova di tenuta deve essere prodotto un verbale di collaudo completo dei dati del tronco testato e di grafico delle fasi di prova. Quando la caduta di pressione supera i limiti imposti dalla Normativa, la prova ad aria è da ritenersi non superata ed è necessario procedere al collaudo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

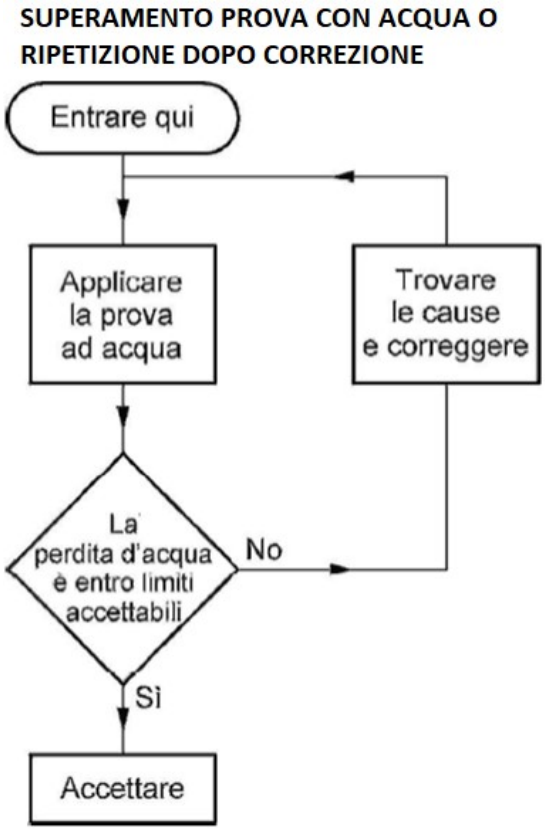


Prima di procedere con le misurazioni, è necessario prevedere un tempo di stabilizzazione per la fuoriuscita totale dell'aria e per l'imbibimento del tubo pari almeno 60 minuti. Successivamente, nel corso della prova, della durata di 30 minuti, non si deve consentire, rabboccando con acqua, che la pressione 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.

	30 min	0,15 l/m²
	30 min	0,20 l/m²
	30 min	0,40 l/m²



Se non viene specificato altrimenti, si può accettare il collaudo di singoli giunti invece del collaudo dell'intera tubazione per le tubazioni generalmente più grandi di DN 1000.
Per i singoli giunti dei tubi da collaudare, la superficie di riferimento per la prova "W" corrisponde a quella di un tratto di tubo lungo 1 m, se non viene specificato altrimenti. I requisiti di prova devono essere quelli forniti prima con una pressione di 50 kPa in corrispondenza della generatrice superiore interna.

V.ACCESSORI

V.1 Chiusini in ghisa sferoidale

I chiusini previsti nel presente progetto sono conformi alla norma UNI EN 124 del novembre 1997, ed in particolare ai punti 6.1 e 9.
Il chiusino deve essere di classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate) con giunto in polietilene antirumore e antibasculamento, marchiato a rilievo con norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione.
Si riportano di seguito gli articoli 6.1 e 9 della norma sopra citata.

V.2 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.

V.3 **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.