



EL.03

Disciplinare Descrittivo e Prestazionale: Tubazioni

Sommario

PREMESSA	3
1. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI	3
1.1 GENERALITA'.....	3
1.2 ACCETTAZIONE DELLE TUBAZIONI.....	3
1.3 RIVESTIMENTO INTERNO	4
1.4 TIPI DI GIUNTI	4
1.5 APPARECCHIATURE IDRAULICHE.....	4
1.6 TUBAZIONI IN GHISA SFEROIDALE.....	4
1.7 TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO.....	16
1.8 TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO INOX	17
1.9 TUBAZIONI IN PVC.....	18
1.10 TUBAZIONI IN POLIESTERE RINFORZATO CON FIBRE DI VETRO (PRFV)	21
2. COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE	26
2.1 MOVIMENTAZIONE E POSA DELLE TUBAZIONI	26
2.2 SCAVO PER LA TUBAZIONE	27
2.3 POSA DELLA TUBAZIONE	28
2.4 ATTRAVERSAMENTI E PARALLELISMI	30
2.5 RINTERRO	32
3. COSTRUZIONE DEI VARI TIPI DI CONDOTTA	33
3.1 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GHISA	33
3.2 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN PVC.....	38
3.3 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN PRFV	42
3.4 TUBAZIONI IN PE100	44
3.5 COLLAUDO DELLE TUBAZIONI	69
4. ACCESSORI	72
4.1 CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE	72
4.2 POZZETTI IN POLIETILENE.....	73
4.3 POZZETTI IN PRFV	74

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 da utilizzare nell'ambito dell'Appalto. 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.

1. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

1.1 GENERALITA'

Per le tubazioni e i pezzi speciali valgono le disposizioni del capitolo "Materiali da costruzione" del disciplinare relativo alle opere civili.

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 ghisa, acciaio, polietilene multistrato corazzato, ecc.) del capitolo III tranne per quanto risulti incompatibile con le specifiche norme di produzione delle stesse tubazioni.

1.2 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".

Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nella tabella allegata al D.M. 12 dicembre 1985 per tubi di adduzione in pressione (acquedotti).

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*), UNI EN 12201-2 (*Tubi in polietilene*), UNI EN 545 (*Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte*) 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.

1.3 RIVESTIMENTO INTERNO

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore oppure odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

1.4 TIPI DI GIUNTI

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

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

1.5 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.

1.6 TUBAZIONI IN GHISA SFEROIDALE

Generalità

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

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

Normativa di riferimento

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

- UNI EN 545:2010 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. 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. Parte 1: Gomma vulcanizzata;
- UNI EN 196-1:2016 - "Metodi di prova dei cementi – Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche";
- UNI EN 197-1:2011 – Composizione, specificazioni e criteri di conformità cementi comuni;
- UNI EN 197-1:2011 – Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 805-2002: - Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici;
- EN 1092-2: Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa;
- UNI EN 1092-2:1999 - Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa
- EN 1333: Flanges and their joints - Pipework components - Definition and selection of PN;
- UNI EN 1333:2007 - Flange e loro giunzioni - Componenti di reti di tubazioni - Definizione e selezione del PN
- 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 EN 14901-1:2019 - Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale - Requisiti e metodi di prova per rivestimenti organici di raccordi ed accessori in ghisa sferoidale - Parte 1: Rivestimento epossidico (rinforzato).
- UNI EN 14901-2:2020 - Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale - Requisiti e metodi di prova per rivestimenti organici di raccordi ed accessori in ghisa sferoidale - Parte 2: Rivestimento termoplastico in poliolefina modificata con acido (TMPO).
- 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 14628-1:2020 - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale - Requisiti e metodi di prova - Parte 1: Rivestimento in PE
- 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;
- UNI ISO 10802:2020 - Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale. Prove idrostatiche dopo posa.
- UNI EN ISO 4016:2022 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C;
- UNI EN ISO 4034:2013 - Dadi esagonali normali (tipo 1) - Categoria C;
- UNI EN ISO 6506-1:2015 - Materiali metallici - Prova di durezza Brinell - Parte 1: Metodo di prova;
- UNI EN ISO 6892-1:2020 - Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente;
- UNI EN ISO 7091:2001 - Rondelle piane - Serie normale - Categoria C;
- UNI 5634:1997 - Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi.
- UNI EN 1563:2018 - Fonderia - Getti di ghisa a grafite sferoidale
- UNI EN 1559-3:2011 - Fonderia - Condizioni tecniche di fornitura - Requisiti aggiuntivi per i getti di ghisa
- 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.

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 alla norma UNI EN 545 del 2010 ed in particolare dovranno corrispondere alla Classe di Pressione: C40 (secondo la tabella 16, paragrafo 8, UNI EN 545/2010); Per applicazioni particolari che richiedano PFA superiori è possibile ricorrere ad altre Classi di Pressione indicate nel Prospetto 17, Paragrafo 8, UNI EN 545/2010.

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

- carico unitario di rottura a trazione: 42 daN/mm²
- 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/m² 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" o ancora del tipo automatico anti-sfilamento, 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 anti-sfilamento;
- 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.

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 contro-flangia 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 contro-flangia e poi la guarnizione, infine il tubo da installare viene spinto entro il bicchiere e tenendolo contratto si spinge la contro-flangia verso il bicchiere del tubo già installato; infilando poi i bulloni ed i relativi dadi nei fori costituiti alla bisogna nella contro-flangia e serrandoli a mezzo di una chiave dinamometrica in opportuna sequenza in croce secondo le coppie di serraggio indicate dal Fabbricante, si ottiene lo schiacciamento della guarnizione contro la sua sede nel bicchiere e contro la parete esterna del tubo. In ogni caso l'estremità del tubo non dovrà toccare il fondo del bicchiere

ma tenersene scostato per consentire eventuali deviazioni.

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

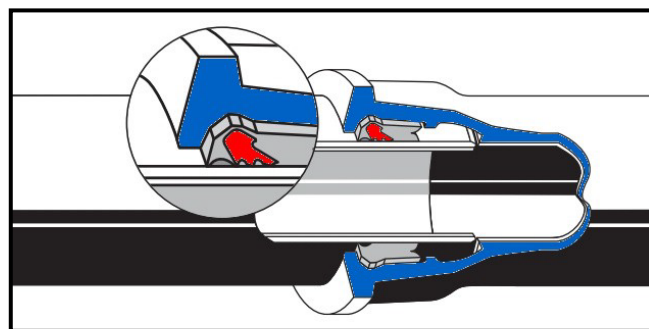
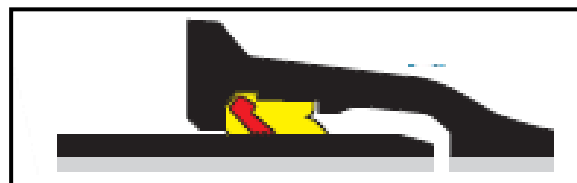
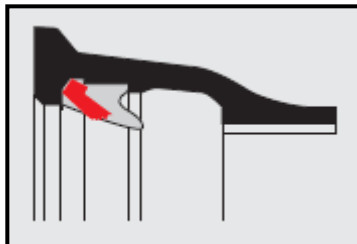
Giunti elastici anti-sfilamento

Lo scostamento angolare ammissibile dichiarato dal fabbricante deve risultare non minore della metà di quello indicato per i giunti elastici al punto 4.1. Valgono le prescrizioni di cui al paragrafo 5.3 della UNI EN 545.

Per quanto riguarda il **Giunto elastico a serraggio automatico ANTISFILAMENTO "standard Vi"**, deve essere un giunto elastico – automatico anti-sfilamento per reti in pressione. La tenuta idraulica deve essere assicurata dalla compressione radiale della guarnizione in elastomero (EPDM) posizionata nel lato a bicchiere del giunto, mediante la semplice introduzione dell'estremità liscia di un tubo o di un raccordo nel bicchiere stesso. La tenuta alle sollecitazioni assiali deve essere invece garantita dagli inserti metallici presenti nella guarnizione che si ancorano alla parte liscia del tubo o del raccordo impedendone lo sfilamento.

Il giunto Standard Vi deve essere utilizzabile su tutte le gamme di tubi e raccordi dotati di bicchieri Standard. Questo giunto deve essere impiegato in alternativa al giunto Standard al fine di eliminare la necessità della realizzazione dei blocchi di ancoraggio in calcestruzzo. È altresì indicato in caso di posa in forte pendenza o in tubo-camicia.

Lo smontaggio del giunto non è più possibile dopo la messa in pressione del sistema.



Massa guarnizione:

Massa

DN mm	kg
60	0,16
80	0,20
100	0,28
125	0,33
150	0,41
200	0,60
250	0,86
300	1,31

Applicazione:

- Condotte interratae;
Posa aerea.

Pressioni ammissibili:

- **PFA - Pressione di funzionamento ammissibile**

Massima pressione idrostatica che un componente può sopportare in servizio continuo.

- **PMA - Pressione di funzionamento massima ammissibile**

Massima pressione occasionale, sovrappressione inclusa, che un componente può sopportare in esercizio.

- **PEA - Pressione di prova ammissibile**

Massima pressione idrostatica che un componente appena installato può sopportare per un periodo di tempo relativamente breve allo scopo di accertare l'integrità e la tenuta della tubazione.

		Giunto Standard Vi		
DN mm	Classe di pressione C	PFA bar	PMA bar	PEA bar
60	40	22	26	31
80	40	16	19	24
100	40	16	19	24
125	40	16	19	24
150	40	16	19	24
200	40	16	19	24
250	40	16	19	24
300	40	16	19	24

Il giunto Standard Vi somma i vantaggi delle condotte a giunti flessibili con quelli delle condotte a giunti saldati.

Osservazioni:

Devono essere prese in considerazione delle opportune limitazioni che possono impedire l'utilizzo di tutta la gamma delle suddette pressioni in una tubazione installata, per esempio:

- Il funzionamento ai valori di PFA e di PMA per i tubi con giunto a bicchiere e ad estremità liscia può risultare limitato dalla minore resistenza a pressione degli altri componenti della tubazione. Ad esempio, elementi con flange, alcuni tipi di Ti, ed alcune progettazioni specifiche di giunti elastici.

- La prova idrostatica in situ ai valori più elevati di PEA può essere limitata dal tipo e della progettazione del sistema di ancoraggio della tubazione e/o dalla progettazione dei giunti elastici.

Deviazione angolare:

I giunti a bicchiere permettono una deviazione angolare. Oltre a vantaggi in termini di posa o di assorbimento dei movimenti del terreno, la deviazione angolare permette di realizzare curve a grande raggio senza l'utilizzo di raccordi e l'adattamento della condotta a eventuali modifiche di tracciato.

Giunti a flangia

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

Prescrizioni relative alla resistenza

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

- Resistenza a trazione minima R_m 420 Mpa
- Allungamento minimo dopo rottura A:
 - Da DN40 a DN1000:
 - 10 % per tubi centrifugati
 - 5 % per tubi non centrifugati, raccordi, accessori
 - Da DN 1100 a DN 2000:
 - 7 % per tubi centrifugati
 - 5 % per tubi non centrifugati, raccordi, accessori
- Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità 0,2%:
 - ≥ 270 Mpa, con $A > 12\%$, per DN da 40 a 1000, con $A > 10\%$, per DN superiori a 1000
 - ≥ 300 Mpa, negli altri casi.
- Durezza Brinell [HB]:
 - ≤ 230 per i tubi
 - ≤ 250 per raccordi e accessori

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

Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

Rivestimenti interni ed esterni per tubi

Se non diversamente specificato tutti i tubi devono essere forniti:

- con un rivestimento esterno di zinco metallico con strato di finitura, conforme alle prescrizioni 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 545:2010), 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 EN 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.

a) 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 EN 545:2010), 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 elettro depositato 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 elettro depositato 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 poliuretano, i raccordi e gli accessori in ghisa sferoidale da utilizzare con detti tubi dovranno essere muniti di un rivestimento esterno di vernice epossidica avente spessore medio di almeno 250 μm e conforme alla UNI EN 14901.

Marcatura

Dovrà essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 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 possibile, la fornitura sarà accompagnata da idonea dichiarazione del produttore in merito.

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

Certificazione e documentazione

La fornitura dovrà essere di norma accompagnata dai seguenti documenti:

- 1) Certificato, in originale o copia conforme, di conformità alla norma EN ISO 9001 del sistema di controllo della produzione del fabbricante (FPC) o del sistema di gestione della qualità del fabbricante di cui faccia parte il sistema di controllo della produzione, rilasciato da organismo accreditato secondo la EN 45012. Tale accreditamento deve essere stato effettuato dal SINCERT, o da altro organismo che abbia sottoscritto con il SINCERT l'accordo "European Cooperation for Accreditation" (EAC);
- 2) Dichiarazione di conformità all'ordine di tipo 2.1, ai sensi della UNI EN 10204:2005, dei tubi, dei raccordi, degli accessori e loro giunzioni, che attesti la rispondenza della fornitura alle prescrizioni della norma UNI EN 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 de materiali da fornire da parte del produttore, in maniera da poter garantire la presenza del proprio rappresentante incaricato.

Prove di accettazione dei tubi e dei pezzi speciali

Generalità

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

Controllo dei difetti superficiali

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

Controllo delle dimensioni

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

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.

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.

Le Prove di trazione devono fornire i seguenti risultati:

- Carico unitario di rottura per i tubi: $R_m \geq 420$ MPa;
- Carico unitario di rottura per i raccordi: $R_m \geq 420$ MPa;
- Allungamento minimo dopo rottura per i tubi: $A \geq 10\%$, per DN fino a 1000 mm;
- Allungamento minimo dopo rottura per i tubi: $A \geq 7\%$, per DN da 1200 a 2000 mm;
- Allungamento minimo dopo rottura per i raccordi: $A \geq 5\%$, per tutti i DN;
- Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità:

$R_{p\ 0,2} = 270$ Mpa, se $A \geq 12\%$, per DN fino a 1000 mm oppure $A \geq 10\%$ per DN > 1000;

$R_{p\ 0,2} = 300$ Mpa negli altri casi.

Le caratteristiche dimensionali delle provette da adoperare nelle prove di trazione sono riportate nella norma UNI EN 545.

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.

La prova di durezza Brinell, eseguita secondo UNI EN ISO 6506-1, utilizzando una sfera di acciaio di diametro 2,5 mm o 5 mm o 10 mm, deve fornire i valori seguenti:

- Per tubi: HB \leq 230;
- Per raccordi ed accessori: HB \leq 250.

Le misure si eseguono sulle superfici esterne dei pezzi, dopo leggera molatura.

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.

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 miscela di elementi non ammessi dalle presenti norme e di verificare, inoltre, che i tenori percentuali rientrino nei valori prescritti.

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

Difetti superficiali

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

rifiutati.

Controllo delle dimensioni

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

Prova di trazione

Se i valori della resistenza a rottura, del limite elastico allo 0,2% e dell'allungamento percentuale a rottura risultassero, nella prova di trazione di una provetta, inferiori ai minimi prescritti in precedenza, la prova sarà ripetuta ancora su due provette ricavate dagli altri saggi della medesima partita dei materiali. I risultati di queste due riprove dovranno soddisfare alle prescrizioni altrimenti la partita dei materiali, cui le prove si riferiscono, sarà rifiutata. Nell'esame dei risultati della prova di trazione non si terrà conto dell'esito di prove eseguite su provette che presentassero evidenti difetti di natura accidentale.

Prove di durezza

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

Effetto dei risultati ottenuti nelle prove di accettazione delle guarnizioni

Gli anelli di guarnizione, che presentassero difetti superficiali, ritenuti a giudizio del rappresentante della Stazione appaltante nocivi ai fini del loro impiego, saranno senz'altro rifiutati. Gli anelli di guarnizione, le cui dimensioni presentassero, al controllo, differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse, saranno rifiutati. Se le caratteristiche degli anelli di guarnizione risultassero, nelle prove fisiche sull'1% (uno per cento) del quantitativo fornito, non rispondenti alle prescrizioni, le prove saranno ripetute ancora su un altro quantitativo pari al 2% (due per cento). In caso di esito positivo gli anelli di guarnizione forniti verranno senz'altro accettati; in caso contrario saranno rifiutati.

In ogni caso, qualora dalle analisi chimiche risulti la non idoneità all'impiego per fini potabili, gli anelli di guarnizione saranno senz'altro rifiutati.

1.7 TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO

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

Hanno valore le norme UNI EN 10224 del 2006 relative alle caratteristiche, tolleranze e spessori. I tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno tutti bitumati a caldo; all'esterno saranno rivestiti con doppio strato compresso, compatto ed aderente, vetroflex e catrame dello spessore di mm 4.

Per quanto concerne le giunzioni saldate, esse devono essere sempre eseguite da personale certificato secondo norma UNI EN ISO 9606-x. Il nominativo del saldatore deve essere sempre indicato nel rapporto di

intervento.

1.8 TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO INOX

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

Le tubazioni in acciaio inox dovranno essere conformi alle norme AISI 304 e AISI 316/L.

I procedimenti di fabbricazione, di collaudo e di certificazione delle condotte dovranno rispettare le normative vigenti e comunque le Norme ASTM A312-A358-A409-A403-A530-A370.

Le tubazioni ed i pezzi speciali dovranno risultare scordonati esternamente e rifiniti mediante decapaggio e passivazione.

Il decapaggio, finalizzato ad evitare fenomeni corrosivi localizzati, può essere di tipo meccanico o chimico. In entrambi i casi è necessario riuscire ad eliminare le scorie più o meno resistenti che si formano sulla superficie dell'acciaio. I sistemi meccanici possono eseguirsi con sabbia silicea, corindone oppure con sfere di vetro o di acciaio inossidabile. Se la quantità di scaglia è di considerevole spessore e risulta molto aderente alla superficie metallica si procederà con due o più cicli di decapaggio anche con metodologie diverse (meccanici più energici e chimici). Nel caso si volesse decapare solo una parte del componente, per esempio nel caso delle saldature, è possibile adottare delle paste decapanti applicate a freddo nella zona da decapare. La rimozione di tali paste avviene con un lavaggio in acqua dopo un tempo di applicazione che è funzione del tipo di pasta e del tipo di scaglia da asportare.

La passivazione ha lo scopo di ripristinare lo strato passivo degli acciai inossidabili ed eliminare tracce di metalli meno nobili o di depositi vari onde evitare corrosioni da vaiolatura ("pitting") o interstiziali ("crevice"). Il trattamento di passivazione in cantiere dovrà essere attuato in tutti i casi in cui l'acciaio inossidabile sia stato lavorato con utensili che abbiano precedentemente lavorato metalli meno nobili oppure sia venuto a contatto con semilavorati o con strutture in acciaio al carbonio. Il trattamento può essere effettuato sull'intera superficie del manufatto per mezzo di opportuni bagni oppure localmente per mezzo di paste passivanti. Dopo il trattamento di decontaminazione è necessario procedere ad un accurato lavaggio in acqua in modo tale da eliminare ogni traccia di soluzione acida.

Le caratteristiche dimensionali delle tubazioni dovranno essere in accordo con le norme ANSI B 36.19 e B 36.10. Le curve a 90° (con raggio di curvatura $\geq 1.5 D$) 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/mm².

La superficie di tenuta sarà: a gradino secondo UNI EN 1092-1 del 2013 a faccia piana secondo UNI EN 1092-1 del 2013.

1.9 TUBAZIONI IN PVC

Nel presente paragrafo sono indicate le prescrizioni che riguardano i tubi ed i raccordi di PVC rigido (non plastificato) per il convogliamento di acque di scarico civili ed industriali e per acque meteoriche (nei limiti della resistenza chimica del materiale). I tubi dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità alle norme UNI dell'Istituto Italiano Plastici e con il numero distintivo del fabbricante. Essere prodotti solamente da ditte che hanno il sistema di Qualità Aziendale conforme alle norme EN ISO 9002 e certificato da un Ente Competente accreditato SINCERT (Ente di accreditamento degli Enti di Certificazione delegato da UNICEI-Ministero dell'Industria), corredati dal certificato di collaudo secondo la norma UNI 7448. L'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione dei Lavori prima di dare corso alla fornitura, le fabbriche presso le quali egli intende approvvigionare i materiali e le relative caratteristiche.

Tubi e raccordi dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI, gestito all'Istituto Italiano dei Plastici. La Direzione Lavori si riserva

comunque la facoltà, per l'accettazione della fornitura di eseguire o far eseguire tutte le prove che riterrà necessarie e che si atterranno alla normativa UNI 7448/75.

Normativa di riferimento

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

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

Materiali

Il materiale base per la produzione dei tubi e dei relativi pezzi speciali di PVC dovrà presentare alla temperatura di 20°C le seguenti caratteristiche (Norme UNI EN ISO 1452-2:2010 e UNI EN ISO 1452-3:2010-12 per le tubazioni in pressione ed UNI EN 1401-1:2009 per le tubazioni a pelo libero):

- Contenuto di PVC $\geq 80\%$ in massa determinato analiticamente in base al contenuto di cloro totale con il metodo di prova UNI EN 1905:2001;
- Massa volumica $\leq 1,53$ gr/cm³ determinata con il metodo per immersione ISO 1183;
- Massa volumetrica: $1,37 \div 1,45$ g/cm³;
- Modulo di elasticità: ~ 30000 Kg/cm² (3000MPa);
- Resistenza a trazione: ≥ 480 kg/cm² (48 MPa);
- Allungamento a snervamento: $< 10\%$;
- Coefficiente di dilatazione termica lineare: $60 \div 80 \cdot 10^{-6}$ K⁻¹;
- Conducibilità termica: $\sim 0,13$ kcal/h m °C;
- Resistenza elettrica superficiale: $\geq 10^{12}$ 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 sono riassunte di seguito:

Queste caratteristiche consentono di assicurare alle tubazioni in PVC proprietà quali:

- leggerezza;

- elasticità;
- superficie interna liscia e scarsamente incrostante;
- 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 $\sim 15^\circ$.

I tubi e i raccordi di PVC possono essere uniti tra loro mediante sistemi di tipo elastico o di tipo rigido.

Il sistema di tipo elastico può essere costituito da:

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

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

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

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

I giunti di tipo rigido, verranno impiegati solo quando il progettista lo riterrà opportuno: in questi casi si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo appositi giunti di dilatazione a intervalli regolari in relazione alle effettive condizioni di esercizio.

I manicotti saranno preferibilmente in PVC rigido: essi possono avere, o no, un arresto anulare interno nella parte centrale.

L'assenza di tale dispositivo consente l'inserimento nella canalizzazione di nuove derivazioni e l'esecuzione di eventuali riparazioni.

Marcatura

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

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

Certificazione e documentazione

La fornitura dovrà essere di norma accompagnata dai seguenti documenti:

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

Ad ogni consegna la fornitura deve essere accompagnata da:

- dichiarazione di conformità alla norma di riferimento UNI EN 1401

1.10 TUBAZIONI IN POLIESTERE RINFORZATO CON FIBRE DI VETRO (PRFV)

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

Caratteristiche costruttive dei tubi

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

Strato protettivo interno (Liner)

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

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

Inoltre, il liner dovrà essere privo di difetti come screpolature e incrinature e non dovrà presentare cavità o bolle d'aria. Dovrà essere garantito un valore massimo di abrasione $\leq 0,2$ mm, risultante dal relativo test di Darmstadt effettuato a 100.000 cicli secondo le norme DIN 19565 ed EN 295-3, senza che si verifichi

affioramento di fibre sulla superficie del liner. A 500.000 cicli è ammesso un valore di abrasione superiore, ma imprescindibilmente senza affioramento di fibre.

Al fine di garantire la prestazione idraulica di progetto il valore di scabrezza idraulica di Colebrook ammesso è $\epsilon \leq 0,017$ mm. Tale valore dovrà risultare da test effettuati da enti riconosciuti dalla Stazione Appaltante su di una tratta di condotta realizzata con tubazioni aventi le medesime caratteristiche di quelle in progetto e contenere non meno di 2 giunti.

Strato centrale

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

Strato protettivo esterno

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

Caratteristiche tecniche

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

Dimensioni

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

- Diametro Nominale DN 600;
- Diametro interno Di non inferiore a mm 588;
- Lunghezza non superiore a m 6.

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

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

Resistenza alla pressione

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

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

Resistenza meccanica trasversale - Rigidità

I tubi previsti per i lavori di cui al presente disciplinare avranno rigidità $RG \geq 10.000 \text{ N/m}^2$.

Giunti

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

Giunto a manicotto

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

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

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

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

Marcatura

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

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

Prove di controllo e accettazione

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

Esame visivo

Mirerà ad accertare che:

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

Liner

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

Dovranno in particolare essere forniti i risultati di test comprovanti il valore ϵ di scabrezza idraulica di Colebrook, effettuati da enti riconosciuti dalla Stazione Appaltante, su di una tratta di condotta realizzata con tubazioni aventi le medesime caratteristiche di quelle in progetto e contenere non meno di 2 giunti.

Liner – Resistenza all'abrasione

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

Prova di schiacciamento ai piatti paralleli

Verrà eseguita secondo norme EN 14364 e EN 1228.

Prova di tenuta dei giunti

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

Modalità di posa in opera per condotte interrate

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

Costruzione della trincea

- Fondo della trincea

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

- Nicchie sottostanti i giunti

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

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

Procedura di messa in opera

Ultimato lo scavo si procederà alla formazione del letto di posa. Tale letto di posa dovrà essere formato con sabbia, o ghiaia con assenza di componenti di granulometria maggiore di 32 mm, od inferiore nel caso di tubi

di piccolo diametro. Una volta installato nella trincea il tubo potrà essere angolato nella giunzione fino alla massima angolazione consentita. Dove sono prevedibili assestamenti differenziali e dove la tubazione entra in una struttura o in blocchi di ancoraggio, dovranno essere previsti tutti gli accorgimenti volti ad evitare il danneggiamento della tubazione a causa della sollecitazione a taglio generata dal cedimento stesso.

Procedura di rinterro

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

La compattazione del materiale di rinterro della zona intorno al tubo dovrà essere eseguita, anche per saturazione, fino allo Standard Proctor superiore al 90 %, in accordo con quanto prescritto dalla D.L., conservando una fascia non compattata sopra il tubo di larghezza pari a circa 0,7 DN.

La restante parte di rinterro potrà essere eseguita riportando materiale proveniente dallo scavo in modo uniforme, così da riempire completamente i vuoti.

Il grado massimo ammesso di ovalizzazione del tubo (intesa come diminuzione % del diametro verticale), a condotta posata sarà \leq 3%.

2. COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE

2.1 MOVIMENTAZIONE E POSA DELLE TUBAZIONI

Generalità

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

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

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

Movimentazione delle tubazioni

Carico, trasporto e scarico

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

Accatastamento e deposito

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche. La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio. L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo. I tubi accatastati dovranno essere bloccati con

cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta. Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisionali.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi. Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione. Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

2.2 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 in modo da avere tratte rettilinee di condotta costituite da multipli interi della lunghezza dei tubi evitando per quanto possibile la formazione di spezzoni di raccordo.

Il raccordo tra due tratte rettilinee avverrà con pezzo speciale opportunamente contrastato.

La larghezza di scavo sul fondo sarà:

- per allacci idrici: $L = 40 \text{ cm}$;
- per le condotte idriche: $L = D + 2 * 0,25$.

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 o comunque con un'altezza dello scavo maggiore di 1,50 m, assicurate da smottamenti o crolli, mediante opportune opere provvisionali, così come dovrà adottarsi ogni mezzo perché i cavi non vengano invasi da acque di falda o di corrivazione. In corrispondenza delle giunzioni dei tubi o dei pezzi speciali lo scavo della trincea sarà opportunamente allargato a formare una nicchia. Al termine delle operazioni di scavo il fondo della trincea dovrà risultare regolare e livellato e dalle pareti non dovranno essere elementi lapidei per una profondità eccedente il 5% della lunghezza del cavo. Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali. L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

2.3 POSA DELLA TUBAZIONE

Sfilamento dei tubi

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

Posa in opera dei tubi

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino. Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato. I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti. Il letto di posa consisterà in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente – come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 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. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture. È vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari. Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati. Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque. Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore. Per le tubazioni in ghisa con giunto a bicchiere dovrà essere utilizzata, per la messa in opera, opportuna apparecchiatura TIRFOR.

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi.

I pezzi speciali saranno in perfettamente coassiali con i tubi. Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango. Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante. Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera. Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi. Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dalla Direzione dei Lavori. Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle

diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato. Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

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

Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione in gomma telata. Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del "collarino" della flangia. È vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. 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 calcoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

Giunzioni dei tubi

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

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

2.4 ATTRAVERSAMENTI E PARALLELISMI

Norme da osservare

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

Attraversamenti di corsi d'acqua, ferrovie e strade

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

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

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

Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati

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

Per le condotte urbane:

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

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

Attraversamenti di pareti e blocchi in calcestruzzo

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

Sostegni per condotte aeree

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

2.5 RINTERRO

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti. Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi. Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su filamento tubi. Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori. Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro. Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

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

Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto. A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro. Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle

necessarie inaffiature fino al livello del piano di posa della massiciata 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 (massiciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

3. COSTRUZIONE DEI VARI TIPI DI CONDOTTA

3.1 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GHISA

Trasporto

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

I tubi di ghisa possono essere accatastati:

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

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

Posa in opera dei tubi in ghisa

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

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

La posa in opera dei tubi a bicchiere si eseguirà nel modo seguente:

- pulire l'interno del bicchiere e l'anello di tenuta in gomma e cospargere di pasta lubrificante la parte interna del bicchiere destinata a sede della guarnizione;
- introdurre quest'ultima nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere;
- cospargere di pasta lubrificante la superficie interna della guarnizione ed il tratto terminale di canna che verrà imboccato;
- tracciare sulla canna del tubo un segno ad una distanza dall'estremità pari alla profondità di imbocco del bicchiere, diminuito di 10 mm;
- assicurato il centraggio del tubo da imboccare con il bicchiere corrispondente, introdurre la canna nel bicchiere sino a che il segno tracciato non si trovi sul piano della superficie frontale del bicchiere. Questa posizione non dovrà essere oltrepassata per consentire le deviazioni angolari permesse dal giunto.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico e altimetrico stabilito nei profili e nelle planimetrie dei disegni di contratto e/o approvati dalla Direzione Lavori con le varianti che potranno essere disposte dalla stessa. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui sono stati previsti sfiati e scarichi. Nel caso che nonostante tutto, queste si verificassero, l'Impresa dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, compreso quelle di rimuovere la tubatura già posata e ricostruirla nel modo prescritto.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori. Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea debbono essere rigorosamente disposti su una retta. Sono ammesse deviazioni angolari nei limiti previsti dal fabbricante e secondo le modalità stabilite dalla Direzione Lavori, allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio. I tubi debbono essere disposti in modo da appoggiare sul sottofondo per tutta la loro lunghezza.

Taglio dei tubi

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

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

Per il taglio dei tubi saranno seguite le seguenti istruzioni.

- 1) Nel caso di taglio fuori scavo disporre il tubo da tagliare su appoggi abbastanza alti da consentire la libera e completa rotazione del tagliatubi; bloccare il tubo con una chiave a catena, in modo da impedirne la rotazione sotto l'azione del tagliatubi. In caso di taglio di tubi già posti nello scavo, praticare una nicchia sufficientemente ampia al disotto del punto da tagliare.
- 2) Accertarsi che le rotelle predisposte sul tagliatubi siano adatte al taglio del materiale tubolare (ghisa sferoidale o ghisa grigia); altrimenti sostituirle.
- 3) Dopo aver segnato sul tubo la sezione da tagliare, disporvi il tagliatubi serrando moderatamente il

vitone con l'apposita leva a testa dentata.

- 4) Ruotare più volte, alternativamente, in senso orario e antiorario il tagliatubi, in modo che le rotelle si dispongano in un unico solco su un piano perfettamente perpendicolare all'asse del tubo. Evitare accuratamente che le rotelle si "avvitino" intorno al tubo in diverse spire.
- 5) Serrare fortemente il vitone del tagliatubi in modo che le rotelle aderiscano al tubo con una giusta pressione, tale da consentire l'incisione della parete, senza che la rotazione del tagliatubi sia resa eccessivamente difficile, da poter provocare la rottura delle rotelle: in linea di massima deve essere sufficiente, per i diametri più grandi, l'azione contemporanea di due operai.
- 6) Ruotare di un giro completo il tagliatubi (o alternativamente, più volte, nel caso in cui la forma del tagliatubi non consenta la rotazione completa) fino a fare ridurre sensibilmente la resistenza di attrito delle rotelle sul tubo.
- 7) Stringere nuovamente il vitone del tagliatubi con le modalità indicate al punto 5) e ripetere le operazioni fino ad ottenere il taglio del tubo.

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

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

Posa in opera di raccordi ed accessori di ghisa sferoidale

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla Direzione Lavori. Nella messa in opera dei raccordi deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta. Similmente per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura per evitare, durante i lavori e la messa in opera, danni alle parti delicate.

In particolare, poi, dovranno osservarsi le norme seguenti:

1. I pezzi a T ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto all'asse della condotta, 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 condotta principale.

Giunzioni dei tubi di ghisa sferoidale

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

- 1) Con giunto automatico (RAPIDO)

Lubrificazione della sede della guarnizione

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

Inserimento e lubrificazione della guarnizione

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

Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo

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

Centramento e controllo della coassialità

Si imbuca l'estremità liscia del tubo e si controlla il centramento mediante un righello metallico calibrato da introdurre nello spazio anulare fra l'interno del bicchiere e l'esterno della canna, fino a toccare la guarnizione. Si verifica la coassialità dei tubi contigui, correggendo eventuali irregolarità del fondo scavo; saranno ammesse deviazioni sino ad un massimo di 5° per consentire la formazione di curve a grande raggio.

Disposizione dell'attrezzo di trazione e degli accessori

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

Messa in tiro e controllo penetrazione

Agendo sulla leva dell'apparecchio, si introduce il tubo fino a far coincidere la linea di fede di cui al punto "*Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo*" con il piano frontale del bicchiere.

All'atto della messa in tiro è normale che il tubo presenti una certa resistenza iniziale alla penetrazione; questa limitata resistenza coincide con la prima penetrazione in corrispondenza della guarnizione ed è, in genere, crescente col diametro dei tubi. Se si dovessero verificare resistenze eccessive, esse dovrebbero considerarsi anomale e dipendenti da un difettoso assetto della guarnizione nella sua sede o da una smussatura non appropriata dell'estremità liscia del tubo; in questo caso è necessario non insistere nella manovra; occorre invece estrarre il tubo e controllare l'assetto della guarnizione o migliorare, mediante mola o lima, la geometria della smussatura.

Giunto meccanico (EXPRESS)

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

Sistemazione della controflangia e della guarnizione - Nicchie

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

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

Si imbuca l'estremità liscia del tubo e si verifica la coassialità e il centramento dei tubi contigui correggendo eventuali irregolarità del fondo scavo. Si verifica che la linea di fede tracciata sulla canna coincida con il piano frontale del bicchiere; poichè, a giunzione effettuata, il segno di riferimento verrà a trovarsi coperto dalla controflangia, occorre che nel corso delle successive operazioni il tubo non subisca spostamenti longitudinali.

Introduzione della guarnizione e sistemazione della controflangia

Si fa scorrere la guarnizione sulla canna, sistemandola nella sua sede all'interno del bicchiere (se l'estremità liscia del tubo è ben centrata e i due tubi sono coassiali, questa operazione è molto facile da realizzare) e

curando che la superficie frontale della guarnizione risulti ben assestata su tutta la circonferenza, senza rigonfiamenti nè fuoriuscite. Si fa scorrere la controflangia sulla canna fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza.

Sistemazione e serraggio bulloni

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

3.2 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN PVC

Trasporto

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

Posa in opera dei tubi in PVC

Modalità degli scavi

Il tipo di scavo previsto in progetto in base alla valutazione dei carichi, al tipo di terreno e all'organizzazione di cantiere deve essere "scrupolosamente" realizzato nella fase esecutiva. In sede esecutiva, quindi, è essenziale la corrispondenza scrupolosa tra il progetto e l'effettiva realizzazione. Il tipo di scavo previsto in progetto è quello a trincea stretta e risulta essere la migliore sistemazione nella quale collocare un tubo in PVC-U. La tubazione è alleggerita dal carico sovrastante, trasmettendo parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto stesso è sottoposto. Le trincee devono essere realizzate senza cunette o asperità, in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione.

Letto di posa

Alla canalizzazione in PVC-U deve essere assicurato un letto di posa stabile e a superficie piana, nonché libero

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

Norme di compattazione e controlli qualitativi

Poiché le tubazioni di PVC-U sono flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, poiché il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto. Per assicurare la stabilità e l'integrità nel tempo delle condotte costruite, si precisa, quale norma per l'appaltatore, che il letto di posa, il rinfiacco 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 rinfiacco 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.

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 AASHTO standard con 4 punti della curva densità/contenuto d'acqua. Per ottenere la densità richiesta si utilizzano opportuni metodi di costipamento (a mano, con pigiatoi piatti o con apparecchi meccanici leggeri).

Posa del tubo

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

Procedura di rinterro

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della messa in opera. Trattandosi, infatti, di tubazioni in PVC-U, l'uniformità del terreno è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto. Il materiale già usato per la costruzione del letto è sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20 cm, fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che lo strato di rinfiacco tra tubo e parete sia continuo e compatto. Il secondo strato di rinfiacco 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 (piettriccio con diametro > 2 cm) non deve superare il limite del 30%.

Condizioni di posa particolari

In presenza di falda freatica bisogna assicurarsi che detta falda non possa provocare in alcun modo spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. Occorre, allo scopo, consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, evitando ogni possibile instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura. Qualora nel corso dei lavori si verificano, 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 ferroviarie, si può:

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

Esecuzione delle giunzioni

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

Giunzioni di tipo rigido

Si osserveranno le seguenti prescrizioni:

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

Giunzioni di tipo elastico

Si osserveranno le seguenti indicazioni:

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

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

Prove delle condotte

Le prove dovranno essere attuate secondo i metodi di prova specificati nei rispettivi prospetti della norma UNI EN 1401-1, usando i parametri indicati secondo i casi, e verificando che la tubazione ed i raccordi presentino caratteristiche chimiche, meccaniche e fisiche conformi ai valori indicati nei prospetti stessi. Dal punto di vista funzionale il collaudo deve verificare:

- la deformazione diametrale;
- la perfetta tenuta idraulica della tubazione in accordo con quanto previsto, per tutti i materiali dalla legge Merli n°319 del 10/5/1976 (supplemento G.U. n°48 del 21/2/77).

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

Deformazione diametrale

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

Tenuta idraulica

La tubazione, alle due estremità, verrà chiusa con tappi a perfetta tenuta dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta. La tubazione dovrà essere accuratamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica. Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria, curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria. Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo) sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa. Nel caso di canalizzazioni a forti

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

3.3 COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN PRFV

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.

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

Costruzione della trincea

La larghezza della trincea sarà quella risultante dalla quota di posa del tubo, che si evince dai disegni di progetto. La superficie del terreno in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, liscia e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero provocare sollecitazioni anormali per la tubazione e precisamente costituita da un letto di sabbia con altezza non inferiore ai 15 cm. Dovranno essere eseguite al di sotto delle giunzioni delle nicchie per permettere l'appropriato metodo di assemblaggio dei giunti e prevenire carichi sugli stessi da parte dei tubi. Una volta eseguita la connessione, le nicchie saranno accuratamente riempite con materiale di riempimento in modo da garantire un appoggio continuo all'intera lunghezza della tubazione.

Procedura di messa in opera

Ultimato lo scavo si procederà alla sistemazione del fondo scavo mediante la formazione del letto di posa come precedentemente enunciato:

- | | | |
|----|--------------------------------------|-------------|
| 1. | da 0 a 25 passante vaglio ASTM 200 | (o analogo) |
| 2. | da 5 a 100 passante vaglio ASTM 40 | (o analogo) |
| 3. | da 10 a 100 passante vaglio ASTM 10 | (o analogo) |
| 4. | da 20 a 100 passante vaglio ASTM 4 | (o analogo) |
| 5. | da 30 a 100 passante vaglio ASTM 3,5 | (o analogo) |
| 6. | 100 passante vaglio ASTM 3/4" | (o analogo) |

Dovrà essere posta una certa attenzione nella manipolazione dei tubi in modo da prevenire eventuali danni. Ciascun tubo sarà accuratamente ispezionato prima della posa in opera. Si dovranno proteggere gli elementi della giunzione in modo da evitare inclusioni di terriccio all'interno della tubazione così come aderenze dello

stesso ai succitati elementi. Il perfetto allineamento delle tubazioni è conditio sine qua non per il corretto assemblaggio delle stesse. Il suddetto assemblaggio deve essere eseguito con opportuni mezzi tali da permettere un inserimento bilanciato e progressivo (tipo tir-fort). Particolare cura dovrà essere posta nel montaggio degli O-ring di tenuta in modo da evitare torsioni degli stessi; per la lubrificazione dei giunti si preferirà adoperare olio silconico 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 interrimento, le seguenti modalità di posa:

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

Procedura di rinterro

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

Norme di compattazione

Dovranno essere utilizzati sistemi di compattazione in modo da ottenere la densità richiesta. Se sono adoperati vibrator a superficie il riempimento sarà realizzato per strati di 10-30 cm. Minore sarà lo spessore dello strato quanto più il terreno sarà composto di particelle fini.

Controllo della compattazione

Per assicurare rispondenza con le prescrizioni del progetto, la D.L. eseguirà periodicamente misurazioni dell'ovalizzazione della tubazione installata. Se questa ovalizzazione risultasse maggiore del 5% del diametro verticale, misurata in loco la densità del materiale costituente la zona primaria di riempimento, ove possibile sarà incrementata la compattazione, in caso contrario si sostituirà il materiale di riempimento.

Protezioni

Durante la fase di rinterro dovrà essere posta molta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, da colpi diretti o provenienti dal macchinario utilizzato per la compattazione o da tutte le possibili cause di pericolo potenziale. Le operazioni di compattazione dovranno essere eseguite in modo tale che i relativi macchinari non siano adoperati direttamente al di sopra delle tubazioni almeno finché non ci sia un

sufficiente riempimento, tale da assicurare una adeguata protezione contro i possibili effetti dannosi che questi macchinari potrebbero esercitare sui tubi.

Prove delle condotte

Rivestimento e riempimento propriamente detto

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

Costipamento

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

Deformazioni del tubo

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

3.4 TUBAZIONI IN PE100

Il tipo di polietilene adoperabile è il PE100 nelle classi di pressione PN 10 (SDR 17), PN 16 (SDR 11) e PN 25. Le tubazioni di polietilene non devono essere adoperate nelle seguenti circostanze:

- sopra il terreno e in altre posizioni raggiungibili dai raggi solari;
- dove possano essere presenti solventi e prodotti chimici pericolosi, anche in piccole quantità, come idrocarburi, soluzioni fotografiche, ecc.

Le tubazioni devono essere fornite sempre in barre, anche per i piccoli diametri. Le Ditte produttrici dei tubi e dei pezzi speciali devono possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9000:2000 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012. I tubi ed i pezzi speciali devono portare il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201 (certificazione di prodotto), rilasciato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN 45004.

Normativa di riferimento

UNI EN 12201-1:	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Generalità.
UNI EN 12201-2:	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Tubi.
UNI EN 12201-3:	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Raccordi.
UNI EN 12201-5:	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Idoneità all'impiego del sistema.
UNI 9737:	Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con procedimenti ad elementi termici per contatto,

	con attrezzatura meccanica ed a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
UNI 10520:	Saldatura di materie plastiche - Saldatura ad elementi termici per contatto. Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
UNI 10521:	Saldatura di materie plastiche - Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
UNI 10565:	Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione - Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.
UNI 10566:	Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene, mediante raccordi elettrosaldabili, per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione - Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.
UNI EN 921:	Sistemi di tubazioni in materia plastica. Tubi di materiale termoplastico. Determinazione della resistenza alla pressione interna a temperatura costante.
UNI 9561:	Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti. UNI 9562: Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova.
UNI-ISO 7/1:	Filettatura di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto. Designazione, dimensione e tolleranze.
UNI-ISO 7/2:	Filettatura di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto. Verifica mediante calibri.
UNI EN 728:	Sistemi di tubazioni e canalizzazioni in materia plastica - Tubi e raccordi di poliolefine – Determinazione del tempo di induzione all'ossidazione.
UNI EN ISO 1133:	Materie plastiche - Determinazione dell'indice di fluidità di

massa (MFR) e dell'indice di fluidità di volume (MVR) dei materiali termoplastici.

UNI EN ISO 1183: Materie plastiche - Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Metodo del picnometro a gas.

UNI EN ISO 6259 -1: Tubi di materiale termoplastico - Determinazione delle caratteristiche a trazione - Metodo generale di prova.

ISO 6259-3: Thermoplastics pipes - Determination of tensile properties - Polyolefin pipes.

UNI EN 12118: Sistemi di tubazioni di materiale plastico - Determinazione del contenuto di umidità nei materiali termoplastici per coulometria.

prEN ISO 3126: Plastics piping systems - Plastics piping components - Measurement and determination of dimensions.

ISO 6964: Polyolefin pipes and fittings - Determination of carbon black content by calcination and pyrolysis - Test method and basic specification.

ISO 18553: Method for the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds

CIR.MIN.DELLA SANITA' n. 102 del 02.12.78: Disciplina igienica per gomme e materie plastiche a contatto con acqua potabile o da potabilizzare.

DM 12.12.85: Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni.
Raccomandazione IIP n. 10 (Maggio 1999):

Installazione di acquedotti di PE.

Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi

I tubi, nei diametri ed SDR previsti, devono essere prodotti con resine polietileniche di classe MRS 10,0 ($\sigma_c=8,0$ N/mm²) in conformità alle norme nazionali ed internazionali.

Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei tubi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa. Tutti gli additivi che sono necessari per la realizzazione dei tubi, in particolare gli stabilizzanti contro i raggi UV, devono essere già inglobati nei granuli (pre-masterizzazione). Non può in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo. Il fabbricante deve monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei tubi prima del suo utilizzo, in particolare deve controllare almeno le seguenti proprietà, con i metodi di prova riportati nel prospetto 1 della norma UNI EN 12201-1:

Proprietà	Valori	Frequenza	Metodo di prova
Indice di fluidità di massa (MFR) 5 Kg; 190 °C; 10 min.	da 0,2 a 1,4 g/10 min	Ad ogni carico Silos	ISO 1133
Tempo di induzione all'ossigeno a 200 °C	T = 200°C; ≥ 20 min	Ad ogni carico Silos	EN 728
Massa volumica a 23 °C	≥ 930 Kg/m ³	Ad ogni carico Silos	ISO 1183
Contenuto di Carbon Black	2 ÷ 2,5 % in massa	Ad ogni carico Silos	ISO 6964
Dispersione del Carbon Black	≤ grado 3	Ad ogni carico Silos	ISO 18553
Contenuto di acqua	≤ 300 mg/Kg	Ad ogni carico Silos	UNI EN 12118

Aspetto

Le superfici interne ed esterne dei tubi, osservate senza ingrandimenti, devono essere lisce, pulite e libere da asperità, cavità o altri difetti di superficie che possano compromettere la funzionalità dei tubi stessi. La parte terminale del tubo deve essere sezionata perfettamente e perpendicolarmente all'asse del tubo.

Colore

I tubi di PE100 per gli usi acquedottistici devono essere blu, neri, o neri con strisce blu.

Diametri e spessori

La dimensione convenzionale con cui sono designati i tubi e i pezzi speciali in PE100 (secondo la norma UNI EN 12201-1) è il "diametro nominale DN/OD, ossia la dimensione nominale relativa al diametro esterno. Il suo valore coincide con quello del diametro esterno nominale d_n e con il minimo valore del diametro esterno medio $d_{em,min}$. Il diametro esterno medio d_{em} dei tubi deve avere un valore compreso tra $d_{em,min}$ e $d_{em,max}$.

Per le opere di CONSAC S.p.A., i diametri utilizzabili sono i seguenti:

40; 50; 63; 75; 90; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 250; 280; 315; 400; 450; 500; 560; 630; 710; 800.

Ad ogni diametro e per ogni classe di pressione sono associati lo spessore di parete minimo $e_{y,min}$ e lo spessore di parete massimo $e_{y,max}$ delle tubazioni.

Nella tabella seguente si riportano i valori, espressi in millimetri, di $d_{em,min}$, $d_{em,max}$, $e_{y,min}$, $e_{y,max}$ e dell'ovalizzazione massima ammissibile, riferiti a tubi di PE100 con classi di pressione PN10 e PN16:

DN/OD	dn	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	PN 10		PN 16		Ovalizzazione massima ammissibile
				SDR 17		SDR 11		
				$e_{y,min}$	$e_{y,max}$	$e_{y,min}$	$e_{y,max}$	

EL. 03 Disciplina Descrittiva e Prestazionale Tubazioni

40	40	40,0	40,4	2,4	2,8	3,7	4,2	1,4
50	50	50,0	50,4	3,0	3,4	4,6	5,2	1,4
63	63	63,0	63,4	3,8	4,3	5,8	6,5	1,5
75	75	75,0	75,5	4,5	5,1	6,8	7,6	1,6
90	90	90,0	90,6	5,4	6,1	8,2	9,2	1,8
110	110	110,0	110,7	6,6	7,4	10,0	11,1	2,2
125	125	125,0	125,8	7,4	8,3	11,4	12,7	2,5
140	140	140,0	140,9	8,3	9,3	12,7	14,1	2,8
160	160	160,0	161,0	9,5	10,6	14,6	16,2	3,2
180	180	180,0	181,1	10,7	11,9	16,4	18,2	3,6
200	200	200,0	201,2	11,9	13,2	18,2	20,2	4,0
225	225	225,0	226,4	13,4	14,9	20,5	22,7	4,5
250	250	250,0	251,5	14,8	16,4	22,7	25,1	5,0
280	280	280,0	281,7	16,6	18,4	25,4	28,1	9,8
315	315	315,0	316,9	18,7	20,7	28,6	31,6	11,1
355	355	355,0	357,2	21,1	23,4	32,3	35,6	12,5
400	400	400,0	402,4	23,7	26,2	36,3	40,1	14,0
450	450	450,0	452,7	26,7	29,5	40,9	45,1	15,6
500	500	500,0	503,0	29,7	32,8	45,4	50,1	17,5
560	560	560,0	563,4	33,2	36,7	50,8	56,0	19,6
630	630	630,0	633,8	37,4	41,3	57,2	63,1	22,1
710	710	710,0	716,4	42,1	46,5	-	-	(24,9)
800	800	800,0	807,2	47,4	52,3	-	-	(28,0)

Lunghezze

Le tubazioni di PE100 non devono essere fornite in rotoli, bensì solo in barre, generalmente di lunghezze da 6 o 12 metri.

Indice di fluidità

Il fabbricante dovrà garantire un MFI (Melt Flow Index) relativo al prodotto finito compreso tra i valori di 0,35 e 1,2 gr/10 min.

Requisiti prestazionali

Non devono essere inferiori ai valori del prospetto 3 della norma UNI 10910-2, ottenuti col metodo di prova della UNI EN 921:

Temperatura di collaudo [°C]	Hoop stress del tubo [Mpa]	Requisito [h]
20	12,4	>100
80	5,5	>165
80	5,0	>1000

Collaudi in produzione

Il procedimento di controllo e collaudo dei lotti produttivi deve essere identificato in procedure interne del fabbricante che deve garantire lo svolgimento delle seguenti prove minime:

Prova	Requisiti	Metodo di prova	Frequenza minima
Aspetto e dimensioni	Conformità alla norma UNI EN 12201	EN ISO 3126	Una prova ogni 2 h per ogni linea
Resistenza alla pressione interna; 100h - 20 °C - 12,4 Mpa	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN 921	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Resistenza alla pressione interna; 165 h - 80 °C - 5,5 Mpa	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN 921	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Resistenza alla pressione interna; 1000 h - 80 °C - 5,0 Mpa	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN 921	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Indice di fluidità (MFR) 190 °C - 5 Kg - 10 min	Variazione di MFR a seguito della lavorazione: ± 20%	UNI EN ISO 1133	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia
Tempo di induzione all'ossigeno a 200 °C	≥ 20 min	UNI EN 728	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia

Allungamento a rottura	≥ 350%	UNI EN ISO 6259-1; ISO 6259-3	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia
------------------------	--------	----------------------------------	--

Certificazioni di prodotto – Marchio di conformità

I tubi devono essere prodotti con resine idonee per l'impiego in acquedotti, omologate dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN 45004; sui tubi deve essere presente il relativo codice commerciale della materia prima adoperata. Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei tubi ai requisiti della norma UNI EN 12201, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN.

Marchature

La marcatura dei tubi deve riportare le seguenti indicazioni:

- nome o simbolo del produttore;
- dimensioni (diametro x spessore, in millimetri);
- serie SDR (17 o 11);
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione in bar (PN 10 o PN16);
- periodo di produzione (data o codice);
- numero della norma (EN 12201);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei tubi.

Esclusioni

Non è ammesso l'impiego anche se parziale e/o temporaneo di:

- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rimasterizzazione di compound neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore dei tubi o aziende diverse dal produttore della materia prima indicato nella marcatura dei tubi;
- compound dichiarati di primo uso dal fabbricante ma non sottoponibili alla certificazione di origine;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri singoli (MFR, massa volumica, umidità residua, solventi inclusi, ecc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- miscele pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da produttori diversi o da materie prime diverse anche dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi o raccordi già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi al presente documento.

Garanzie

- Materia prima: il fabbricante, all'atto della definizione delle forniture e/o delle eventuali convenzioni

con la committente, deve consegnare a quest'ultima una campionatura (specimen) del/dei compound che verranno utilizzati per l'estrusione dei tubi oggetto delle forniture stesse, nonché una scheda tecnica del produttore del/dei compound che certifichi i parametri di riferimento per l'analisi comparativa tra specimen e tubi.

- Tubi: il fabbricante deve mantenere a disposizione della committente la documentazione attestante i transiti di lotti di compound interessati ad ogni singolo lotto di produzione ordinato. All'atto della consegna, il fabbricante deve allegare ai documenti di trasporto una dichiarazione di conformità, nonché la copia dei certificati e delle registrazioni degli esiti dei test relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni.
- Il fabbricante che effettua la fornitura sulla base del presente documento deve corredare la fornitura stessa di apposita certificazione dell'Organismo ufficialmente accreditato, attestante che tutti i tubi sono prodotti solo con la materia prima di cui al punto 3.1.
- Quale controgaranzia del produttore della materia prima/compound CONSAC potrà trasmettere a sua cura un campione di un tubo, scelto a caso, al produttore della materia prima/compound dichiarato sulla marcatura tubo. Il produttore della materia prima/compound restituirà a CONSAC in forma riservata, senza coinvolgere il fabbricante dei tubi, i risultati delle analisi comparative.

Pressioni e spessori

Classi di pressioni

Le dimensioni dei tubi, come diametri e spessori in funzione della pressione nominale, devono essere conformi a quanto riportato nel prospetto 2 della norma UNI EN 12201

Calcolo degli spessori

Lo spessore viene utilizzato utilizzando la seguente formula:

$$e = \frac{PN \cdot D}{2\sigma + PN}$$

dove:

e = spessore (mm);

PN = pressione nominale (bar);

D = diametro (mm);

Lo spessore dipende sia dalla pressione nominale sia dalle caratteristiche di progetto tramite il valore del sigma; quest'ultima, a sua volta, viene ricavata dall'MRS relativo alla curva di regressione a 20°C con un coefficiente di sicurezza solitamente posto pari a 1,25. I valori degli spessori ricavati devono essere arrotondati al decimo superiore rispettando comunque i valori minimi indicati dalle tabelle dimensionali unificate. All'aumentare della temperatura varia la resistenza del materiale e occorre ridurre opportunamente la pressione di esercizio utilizzando un apposito coefficiente riduttivo, come indicato nella tabella seguente:

$$T (°C) = 20 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 1$$

$$T (°C) = 30 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 0.87$$

$$T (°C) = 40 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 0.74$$

Da cui si ricava che la pressione di esercizio OP è pari a:

$$OP = PN \times c$$

Resistenza alla pressione esterna

Se durante l'esercizio la tubazione è soggetta ad una pressione esterna Pe maggiore della pressione interna Pi si generano all'interno della parete sollecitazioni di compressione che tendono a destabilizzarla. È opportuno, pertanto, effettuare una verifica all'instabilità elastica controllando che la differenza di pressione applicata non sia maggiore della differenza massima ammissibile.

Relazioni tra PN, MRS, S e SDR

Tipici esempi delle relazioni tra PN, MRS (tensione circonferenziale che assicura una durata di 50 anni a 20 °C), S ed SDR (rapporto tra il diametro e lo spessore), basate sulla formula:

$$\sigma_s = \frac{[MRS]}{C}$$

sono dati nel prospetto seguente, in cui C (coeff. di sicurezza) = 1,25

Relazioni tra la pressione nominale PN, lo sforzo di progetto σ_s e le serie S/SDR sono rappresentate dalle seguenti equazioni:

$$[PN] = \frac{10 \sigma_s}{[S]} \quad \text{o} \quad [PN] = \frac{20 \sigma_s}{[SDR] - 1}$$

Esempi della relazione tra PN, MRS, S ed SDR a 20 °C con il valore di C = 1,25

SDR	S	Pressione nominale PN, in bar per la classe di materiale			
		PE 40	PE 63	PE 80	PE 100
41	20	-	2,5	3,2	4
33	16	-	3,2	4	5
27,6	13,3	-	-	-	6
26	12,5	2,5	4	5	-
22	10,5	-	-	6	-
21	10	3,2	5	-	8
17,6	8,3	-	6	-	-
17	8	4	-	8	10
13,6	6,3	5	8	10	12,5
11	5	-	10	12,5	16
9	4	8	-	16	20
7,4	3,2	10	-	20	25

NOTA: Se è richiesto un diverso fattore "C" i valori di PN sopra riportati, necessitano di esser ricalcolati in base allo sforzo di progetto impiegato per ciascuna classe di materiale. Un valore più alto di "C" può anche essere ottenuto scegliendo una classe più alta di PN.

Giunzioni

Sono possibili i seguenti tipi di giunzioni:

- a. giunzioni meccaniche realizzate con raccordi a compressione (plastici o metallici), anche con una estremità flangiata (per piccoli diametri, generalmente fino a 110 mm);
- b. giunzioni con raccordi elettrosaldabili (generalmente per diametri fino a 355 mm);
- c. giunzioni con elementi termici per contatto (saldatura testa a testa) per tubi e per raccordi "formati".

Giunzioni meccaniche

Le giunzioni meccaniche, impiegate negli allacciamenti di utenza ed in generale nei piccoli diametri, sono realizzate normalmente con raccordi in polipropilene, sia nel caso dell'unione di tubi di PE tra loro che nel caso di unione di tubi di PE con tubi di altri materiali. I raccordi per la realizzazione delle giunzioni meccaniche sono indicati nel capitolo 5 del presente disciplinare. Le attrezzature necessarie alla realizzazione delle giunzioni meccaniche sono indicate nel capitolo 6 del presente disciplinare. Per il loro uso bisogna attenersi scrupolosamente alle istruzioni fornite dal fabbricante. Nella giunzione meccanica per mezzo di raccordi filettati con filettature della serie UNI ISO 7/1:

- nel caso di unione tra loro di raccordi in materiale termoplastico (polipropilene), per la guarnitura sul filetto maschio è assolutamente vietato l'uso della canapa, della vernice o della biacca; il solo materiale ammesso è il nastro in politetrafluoroetilene PTFE (teflon);
- anche nel caso di unione di raccordi con filetto plastico e di raccordi con filetto metallico, si dovrà sempre usare sul filetto maschio il nastro in PTFE.

Nella giunzione meccanica flangiata occorre utilizzare una chiave dinamometrica per regolare il serraggio dei dadi e bulloni, al fine di prevenire danneggiamenti alle cartelle in polietilene e/o polipropilene. La forza con la quale si dovranno serrare i bulloni è in funzione delle caratteristiche costruttive dei raccordi flangiati, con valori di coppia di serraggio comunicati dal fornitore dei raccordi. Nelle operazioni di montaggio, per il serraggio della ghiera del raccordo termoplastico ed allo scopo di ottenere una tenuta meccanica adeguata e idonea solamente a prevenire lo sfilamento del tubo dal raccordo, si dovranno usare le apposite chiavi di serraggio previste dal produttore dei raccordi.

Giunzioni saldate

La giunzione per saldatura deve essere sempre eseguita da personale qualificato, in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità), con apparecchiature tali da garantire la costanza nel tempo dei valori di temperatura e di pressione. Per la realizzazione di giunzioni saldate tra tubi in polietilene si possono usare:

- giunzioni mediante raccordi elettrosaldabili;
- giunzioni mediante elementi termici per contatto (testa a testa).

Le prese di derivazione e gli stacchi si ottengono con collari elettrosaldabili. La saldatura sarà eseguita esclusivamente con tubo perfettamente asciutto, con raccordi e attrezzature appositamente destinate allo scopo, secondo le indicazioni del paragrafo 5 del presente disciplinare. La zona destinata alla saldatura non appena sia stata preparata, ossia spianata con la fresa (saldatura testa a testa) o raschiata (saldatura per elettrofusione), non dovrà più essere toccata con le mani e non deve venire a contatto con sostanze e/o materiali che potrebbero inquinare la saldatura. I corretti procedimenti di saldatura sono indicati nelle norme UNI 10520 e UNI 10521 e devono essere rigorosamente rispettati. Per le tubazioni in PE100 in particolare, si deve rispettare il processo di giunzione definito nella norma WIS 4-32-08 Agosto 1994 Edizione n° 2, che informa sui corretti parametri e relativo processo di saldatura nel caso di utilizzo di tubazioni prodotte con le più moderne resine di polietilene. Gli operatori destinati alla realizzazione delle saldature dovranno essere professionalmente qualificati sui metodi d'esecuzione delle saldature e sull'uso e gestione delle attrezzature destinate alla saldatura. Allo scopo gli operatori, in conformità alla norma UNI 9737, dovranno possedere la qualifica PE-2-D per le giunzioni saldate testa a testa e la qualifica PE-3 per le giunzioni con raccordi elettrosaldabili; la Direzione dei Lavori dovrà acquisire, prima dell'inizio delle attività, i **certificati di qualificazione dei saldatori** impiegati dall'Impresa. Quando si adopera la tecnica della giunzione per elettrofusione, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione. Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10566. Quando le saldatrici sono sottoposte a revisione, la conformità ai requisiti delle rispettive norme di prodotto deve essere certificata per mezzo di un attestato firmato dal responsabile dei collaudi e dal legale rappresentante dell'ente che ha effettuato la revisione. Copia dell'attestato di verifica in corso di validità deve essere consegnata alla Direzione Lavori. Le attrezzature che non hanno i requisiti minimi necessari a garantire la qualità dei giunti devono essere allontanate dai cantieri. Quando si adopera la tecnica della giunzione testa a testa, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione con particolare riferimento alla lettura dei parametri della temperatura del termoelemento e del valore delle pressioni di saldatura. Il termoelemento, inoltre, deve essere mantenuto pulito e la fresa deve essere nelle condizioni di asportare la quantità prevista di polietilene dalla testa dei tubi. Per la pulizia del termoelemento e della fresa devono essere prese tutte le precauzioni possibili per prevenire danni a persone. Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10565.

Saldatura per elettrofusione

Nella realizzazione di opere per la distribuzione di acqua potabile o da potabilizzare di questa Azienda potranno essere impiegati solamente raccordi costruiti in conformità a requisiti espressi nel presente disciplinare.

La saldatura deve essere realizzata collegando ad un generatore (minimo 5 KVA di potenza) una saldatrice costruita in conformità alla norma di prodotto UNI 10566.

Si dovrà utilizzare anche la seguente attrezzatura ausiliaria:

- tagliatubi, per tagliare i tubi in modo ortogonale al proprio asse;
- raschiatori, per eliminare lo strato ossidato di polietilene dalla superficie dei tubi;
- allineatori a quattro ganasce, per mantenere allineati i tubi durante la saldatura;
- posizionatori, per mantenere fisse le selle di presa durante le operazioni di saldatura.

Saldatura di manicotti

I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso. Si dovrà evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso. Prima di iniziare con la preparazione delle estremità, si devono pulire le superfici interne ed esterne dei tubi, secondo quanto previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521. Le teste dei tubi da unire devono essere sempre tagliati in maniera ortogonale rispetto al loro asse. Esperienze diffuse dimostrano che la maggior parte dei fallimenti delle saldature sono dovute ad un taglio dei tubi irregolare. Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una protezione sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura). Raschiare il tubo nella zona della saldatura come previsto nella norma UNI 10521. Se l'operazione di raschiatura è effettuata all'interno dello scavo si dovrà utilizzare uno specchio per controllare l'efficacia dell'operazione svolta sulla parte inferiore del tubo. Qualora non si raschi il tubo, la saldatura non potrà aver luogo. Terminata l'operazione di raschiatura, le estremità interessate dalla saldatura devono essere ripulite seguendo le modalità indicate nella norma UNI 10521. Marcare la profondità di inserimento come previsto nella norma UNI 10521. Inserire i tubi nel raccordo in modo da garantire la coassialità dei tubi da saldare; a tal scopo devono essere impiegati gli appositi collari allineatori a quattro ganasce. È preferibile che i connettori di collegamento siano rivolti verso l'alto. Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi. Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice. Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice. Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda. Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione. Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi. Prima di rimuovere i collari allineatori deve trascorrere il tempo di raffreddamento indicato sul raccordo.

Saldatura di collari e selle di presa

I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso. Si deve evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso. Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una tenda sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura).

- Pulire il tubo nella zona ove sarà effettuata la saldatura, secondo quanto previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.
- Raschiare il tubo nella zona della saldatura.
- Posizionare il collare sul tubo utilizzando i metodi di fissaggio previsti dal produttore del raccordo. Nel caso di selle presa queste devono essere posizionate sul tubo utilizzando gli appositi posizionatori provvisti di dinamometro e indicatore di carico.
- Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi.
- Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice.
- Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice.
- Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo

deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda.

- Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione.
- Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi.
- Prima di rimuovere il posizionatore dalle selle di presa, attendere il tempo di raffreddamento indicato dal produttore del raccordo.
- Prima di forare il tubo, attendere almeno 20 minuti dopo il completo raffreddamento del raccordo; comunque non forare prima di aver effettuato una prova di tenuta in pressione per la derivazione.
- Prima di iniziare a svolgere il secondo ciclo di saldatura, la superficie del raccordo deve essere ritornata a temperatura ambiente.

Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura. Il verbale di saldatura redatto in ogni sua parte sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

Saldatura per elementi termici da contatto

Il termoelemento deve essere impostato sulla corretta temperatura di fusione in funzione del tipo di materiale scelto nella realizzazione dei tubi. Il responsabile di cantiere deve assicurarsi, per mezzo di un termometro digitale, della corretta temperatura del termoelemento controllandolo ogni qualvolta iniziano i lavori previsti di saldatura nella giornata; deve, inoltre, controllare che:

- le facce del termoelemento non siano danneggiate;
- lo strato di materiale antiaderente del termoelemento sia costante e non siano presenti zone prive di detto strato;
- il termometro indicante la temperatura non sia danneggiato;
- il termostato sia correttamente funzionante e che intervenga per evitare che il termoelemento possa raggiungere una temperatura che danneggi irrimediabilmente i tubi;
- i cavi elettrici non siano danneggiati;
- i cilindri di spinta del corpo macchina non presentino tracce di ruggine o danneggiamenti;
- il corpo macchina non sia distorto.

Se uno di questi controlli fornisce un risultato non soddisfacente, la saldatura non deve essere eseguita. Il termoelemento deve essere mantenuto pulito e libero da polvere o tracce di polietilene fuso. Elementi che possono contaminare la saldatura quali fango, terra, o altri detriti che si possono trovare nello scavo, devono essere rimossi immediatamente per mezzo di un lavaggio con acqua. Nel corso di questa operazione il termoelemento non deve essere collegato alla sorgente di energia. Le tracce di PE fuso devono essere rimosse usando un pezzo di legno; ciò non danneggia il termoelemento. Se il termoelemento non può esser pulito con questo metodo, il responsabile di cantiere provvederà alla sua sostituzione con altro termoelemento idoneo. Per proteggere da pioggia o da vento la zona ove verrà eseguita la saldatura, il responsabile di cantiere deve provvedere affinché sia disponibile un apposito riparo mobile sotto il quale si potrà saldare. Prima del primo giunto della giornata e dopo la pulizia del termoelemento, si deve preparare una saldatura fino al compimento della fase 1 descritta nella norma UNI 10520. Non si deve procedere oltre; bisogna attendere il raffreddamento della zona riscaldata e dopo provvedere alla sua rimozione dalle tubazioni. Alla fine di questa operazione la normale procedura di saldatura potrà essere ripresa e continuata.

La fresa della macchina saldatrice deve essere mantenuta in ordine e pulita. Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura. Il verbale di saldatura, redatto in ogni sua parte, sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

Saldatrici ad elementi termici per contatto

Le macchine saldatrici ad elementi termici per contatto (testa a testa) devono possedere i seguenti requisiti:

- essere in grado di saldare tubi in barra o in rotoli;
- devono essere conformi alla norma UNI 10565.
- ogni tubo deve poter essere posizionato all'interno della macchina azionando non più di due ganasce per tubo; tali ganasce devono essere intercambiabili all'interno della medesima macchina;
- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro;
- devono essere in grado di saldare i tubi prodotti con le più recenti resine di polietilene;
- devono essere dotate di un sistema, preferibilmente automatico, di riduzione della pressione di saldatura ad un terzo del valore di 0,15 n/mm² dopo i primi 10 secondi;
- devono poter eseguire saldature con una temperatura ambiente compresa tra i -5° e i +40° C e su tubi con lo spessore di parete definito nel prospetto 2 della norma UNI 10910-2;
- i requisiti devono essere mantenuti per tutto il tempo di durata dei lavori; a questo scopo, le saldatrici devono essere assoggettate al programma di manutenzione prescritto dal produttore;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a 220 ± 10% Volts. Tutti i componenti devono essere protetti contro il rischio di elettrocuzione da parte degli operatori; pertanto, la macchina saldatrice deve essere dotata di interruttore differenziale del tipo salvavita e di presa di terra;
- le prestazioni delle macchine saldatrici e le sicurezze elettriche e meccaniche non devono subire dei cali se queste si trovano a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- tutte le saldatrici devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore deve fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso e scheda di manutenzione programmata. E' essenziale che le istruzioni relative alla giunzione dei tubi contengano una tavola che rappresenti le pressioni di saldatura da applicare in funzione del diametro, del SDR e tipo di polietilene con il quale il tubo è stato prodotto.

Devono essere garantite, inoltre, le seguenti prestazioni:

- il corpo macchina (ove sono presenti i pistoni oleodinamici) deve fornire una rigidità sufficiente per poter compiere con successo le saldature senza che si renda necessario l'aggiunta di altri pezzi;
- la macchina deve essere costruita in modo da alloggiare facilmente e con sicurezza i propri accessori, termoelemento e fresa, quando questi sono in azione. Inoltre, deve essere dotata di ricoveri per proteggere gli stessi quando non sono in uso;
- il sistema di bloccaggio dei tubi all'interno del corpo macchina deve garantire una sufficiente forza di frizione sui tubi tale da contrastare la forza di spinta dei cilindri idraulici, calcolata per il tubo di maggior diametro e maggior spessore saldabile.
- la saldatrice deve essere capace di mantenere inalterata la forza idraulica all'interno del proprio circuito per tutto il tempo necessario allo svolgimento del ciclo di saldatura;

- i connettori idraulici devono essere del tipo ANSI (NFPA) T3.20.15;
- la fresa deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. L'attrezzo deve permettere la rimozione di uno strato uniforme di polietilene dalle teste dei tubi. Il truciolo di fresatura ricavato deve essere asportato verso l'esterno dal movimento delle lame della fresa, in modo che l'operatore possa controllare il procedimento di fresatura;
- la fresa deve operare in posizione verticale, garantendo l'ortogonalità della sua azione rispetto agli assi dei tubi. Non deve funzionare se non collocata nella giusta posizione dall'operatore;
- il termoelemento deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri e degli SDR dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. Deve avere le due superfici piane con una variazione massima di spessore contenuta entro 0,2 mm. Non deve avere cavità o viti all'interno dell'area di lavoro;
- il termostato deve essere collocato in una posizione di facile accesso per l'operatore. Deve garantire il raggiungimento e il mantenimento della temperatura impostata (per le nuove resine la temperatura del termoelemento deve essere 230° -5°+10° C) in tutte le condizioni ambientali per le quali è previsto il funzionamento della saldatrice (-5° + 40° C);
- la saldatrice deve essere provvista di un sistema di segnalazione acustico-visivo che segnali agli operatori il movimento, sia in modo manuale che in modo automatico, di parti elettro-idrauliche per tutta la durata del ciclo di saldatura.

Attrezzature ausiliarie per la saldatura testa a testa

Per ogni macchina saldatrice per elementi termici per contatto (testa a testa) devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- rulli reggitubi, per facilitare le operazioni di saldatura ed evitare eccessive forze di trascinamento che potrebbero influire negativamente sulla saldatura, devono essere registrabili in altezza;
- tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi; possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure a sega dotata di guide per il taglio ortogonale;
- sistema di protezione che metta la saldatura al riparo dagli eccessi atmosferici quali, bassa temperatura, vento, pioggia, irraggiamento solare, ecc.;
- tagliacordolo, per effettuare l'ispezione visiva della saldatura;
- generatore elettrico, per fornire l'energia necessaria alla saldatrice.
-

Scheda di manutenzione

L'impresa che esegue le operazioni di saldatura deve fornire al Committente, per ogni macchina saldatrice, una scheda di manutenzione che ne attesti la conformità ai presenti requisiti e a quanto richiesto al punto 8 della norma UNI 10565.

Saldatrici per elettrofusione

Le saldatrici per elettrofusione devono essere in grado di saldare i raccordi definiti nel paragrafo "raccordi elettrosaldabili" del presente disciplinare. Devono essere costruite in conformità alla norma UNI 10566 e possedere i seguenti requisiti:

- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro; a tal proposito si stabilisce che la massima tensione applicabile ai terminali della saldatrice collegabili ai terminali dei raccordi non potrà superare il valore di 40 Volts;
- devono essere in grado di lavorare e di garantire il risultato positivo della saldatura, in un campo di temperatura ambiente compreso tra i -5° e i +40°C, indipendentemente dai valori letti dalla sonda ambiente di cui possono essere dotate;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a 220 ± 10 Volts; devono, inoltre, essere dotate di un sistema di isolamento tale da garantire gli operatori contro il rischio di elettrocuzione; per questo scopo il corpo macchina, ossia il contenitore del trasformatore primario, deve essere di metallo provvisto di doppio sistema di messa a terra;
- le prestazioni delle saldatrici, le sicurezze elettriche ed elettroniche, non devono subire dei cali se queste si troveranno a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore dovrà fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso in italiano. Ad ogni macchina saldatrice deve essere allegata una tavola (in carta plastificata) che rappresenti il corretto processo di saldatura come è previsto nella norma UNI 10521.

Sono, inoltre, richieste le seguenti caratteristiche prestazionali:

- la macchina saldatrice deve essere protetta contro gli urti esterni o da una struttura tubolare o da una equivalente;
- il peso totale della saldatrice deve essere inferiore a 25 Kg. in modo da essere trasportabile da parte di un operatore singolo;
- deve essere dotata di un display che consenta all'operatore una facile lettura dei parametri di saldatura sia con la macchina posizionata all'interno che all'esterno dello scavo;
- deve essere dotata di un interruttore generale per lo spegnimento quando non in servizio;
- la saldatrice deve essere dotata di un sistema acustico che avvisi gli operatori di qualsiasi anomalia intervenga durante il ciclo di saldatura.

Attrezzature ausiliarie per la saldatura ad elettrofusione

Per ogni macchina saldatrice ad elettrofusione devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi, possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure una sega dotata di guide per il taglio ortogonale
- collari allineatori a quattro ganasce metalliche, per garantire il corretto allineamento dei tubi all'interno dei raccordi, per tutti i DN;(per tubi con diametri maggiori o uguali a 200 mm è possibile usare allineatori con sistema di bloccaggio a cinghia);
- raschiatori di tipo manuale per raschiare tubi fino al diametro 75 mm compreso, di tipo meccanico per tutti gli altri diametri ed SDR
- detergente per la pulizia delle zone raschiate dei tubi, a base di alcool isopropilico o normal-esano
- pennarello di vernice indelebile
- chiave per fresa.

I collari allineatori devono essere interamente realizzati in metallo ed essere provvisti di un involucro di protezione per l'imballaggio ed il trasporto. L'allineatore per tubi di piccolo diametro (fino a 63 mm) è composto da due bracci in metallo di sezione quadra e uniti per mezzo di un sistema snodato che consente l'allineamento di tubi in linea, o con un angolo di 45° oppure di 90° tra loro.

- Sui bracci in metallo sono libere di scorrere, una volta sbloccate, quattro morse metalliche.

Queste ultime per mezzo di un sistema di bloccaggio comandato da una vite senza fine consentono l'allineamento dei tubi e/o raccordi da saldare. L'allineatore per tubi e/o raccordi di diametro medio (da 63 a 180 mm) è composto da due travi in metallo di sezione quadra nelle quali è ricavata una scanalatura per il fissaggio dei doppi collari metallici per l'allineamento per ogni estremità; le due travi sono unite per mezzo di particolari raccordi metallici che consentono l'esecuzione di giunzioni di tubi in linea, a 45° oppure a 90°. I collari consentono il bloccaggio di tubi di diverso diametro grazie all'assemblaggio di riduzioni metallo-plastiche. I collari devono poter avere la possibilità di essere posizionati sulla rispettiva parte di trave in maniera angolata rispetto all'asse della trave stessa, cosicché risulta possibile ottenere degli angoli, tra due collari, di 45° e 90°. L'allineatore per tubi di grande diametro (dal 200 al 400) è composto da una trave a sezione quadra in metallo sulla quale sono liberi di scorrere due telai, anch'essi in metallo, realizzati in modo da poter ospitare e bloccare i tubi per mezzo di un sistema a cinghia. Un terzo telaio permette l'alloggiamento di tubi e/o raccordi per la realizzazione di tees. Quest'ultimo telaio deve essere completo di due piastre in metallo che consentono la giunzione di diametri ridotti rispetto alla linea principale. I raschiatori per tubi in polietilene devono essere dotati di una lama fissa per l'asportazione dello strato di polietilene ossidato dalla superficie dei tubi.

Possono essere:

- a) raschiatori "manuali" - rientrano in questa categoria i raschiatori che asportano una quantità di polietilene non determinabile poiché, in funzione della forza dell'operatore, la lama penetra nella superficie del tubo; con questi tipi di raschiatori si può lavorare solamente su tubi di piccolo diametro, più precisamente da 20 a 75 mm.
- b) raschiatori "meccanici" - sono dotati di un sistema automatico che permette la rimozione dello strato di polietilene secondo una quantità predeterminata e conforme a quanto previsto nella norma UNI 10521. Sono costruiti in metallo e si compongono di:

- un corpo centrale in metallo per posizionare l'asse filettato, che permette la rotazione e il movimento dell'attrezzo tagliente, in corrispondenza dell'asse del tubo;
- un braccio per la trasmissione del movimento di rotazione dell'asse filettato all'attrezzo tagliente;
- un sistema a cremagliera per poter determinare la forza con la quale la lama tagliente deve operare sulla superficie del tubo;
- un braccio a sbalzo, attaccato al braccio di trasmissione, sul quale, da un lato è attaccato il sistema dotato di precarica a molla che serve a far lavorare il tagliente, dall'altro lato una manopola per consentire all'operatore di far ruotare il tagliente attorno al tubo da raschiare;
- un attrezzo a lama tagliente dotato di un sistema di guida tale da permettere una penetrazione della lama nel tubo di polietilene costante e continua per tutta la durata dell'operazione.

Chiavi metalliche per il serraggio di raccordi a compressione

Le chiavi per il serraggio delle ghiera dei raccordi a compressione sono realizzate in un'unica fusione

d'alluminio. Devono essere costruite in maniera che un'unica chiave possa serrare i diametri dei raccordi fino a 40 mm, un'altra chiave possa serrare i diametri compresi tra 40 e 75 mm ed un'altra chiave possa serrare i diametri oltre i 75 mm.

Raccordi

Raccordi a compressione

I raccordi a compressione utilizzati per effettuare le giunzioni meccaniche devono essere idonei per congiungere tubi di polietilene tra di loro e con tubi di altri materiali, anche metallici. Le operazioni di giunzione devono poter avvenire senza il cambio di parti interne dei raccordi. I raccordi devono unire, garantendo la tenuta idraulica, tubi di PE con pressione nominale massima di 16 bar. Devono essere dichiarati PN 16 dal produttore, in conformità alla norma UNI 9561. I raccordi da utilizzare per giunzioni miste (tra tubi di PE e tubi metallici) devono essere dichiarati PN 10 dal produttore. Le figure più ricorrenti sono: manicotti, gomiti a 90° e 45°, tee a 90° e 45°, raccordi maschi e femmine, gomiti a 90° con derivazioni filettate maschie e femmine, raccordi con flange metalliche, raccordi di transizione in ottone, staffe di presa in carico con uscita a compressione, filettata flangiata.

Materie prime utilizzate nella fabbricazione dei raccordi

Nella fabbricazione dei raccordi a compressione termoplastici si deve usare il copolimero di polipropilene per la ghiera e il corpo, la resina poliacetale bianca (omopolimero e copolimero) per gli anelli di aggiraffaggio sul tubo, la gomma nitrilica NBR per gli anelli di tenuta O-Rings e per le guarnizioni, in conformità alle prescrizioni del Ministero della Sanità per quanto riguarda le sostanze destinate a venire a contatto con acqua potabile o da potabilizzare. Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa. Di norma non si devono impiegare materiali di riciclo. Sarà possibile impiegare materiale di riciclo solamente sotto la supervisione dell'Ufficio Assicurazione della Qualità del fabbricante e comunque CONSAC deve esserne informata in anticipo in forma scritta. L'uso del materiale di riciclo in produzione potrà avvenire solamente se risultano soddisfatte le seguenti condizioni:

- quando la fabbrica garantisce l'utilizzo del solo materiale precedentemente scartato in fase di iniezione;
- quando il suddetto materiale è raccolto, selezionato, rigranulato da un apposito apparecchio;
- quando l'inserimento nel processo di iniezione del materiale di riciclo è regolato da una valvola proporzionale;
- quando il materiale di riciclo non viene assolutamente a contatto con agenti inquinanti (per esempio manipolazioni manuali, ecc.).

La materia prima dovrà essere controllata e verificata prima del suo impiego in produzione. Il fabbricante dei raccordi dovrà eseguire l'analisi del MFI (Melt Flow Index) e dovrà essere in grado di dimostrare l'esistenza di un metodo interno di controllo che permetta di garantire il rispetto del valore di MFI prescritto dalle specifiche reologiche del produttore della materia prima.

Raccordi in ottone ADZ

I raccordi in lega di ottone ADZ possono essere di due tipi:

- a stringere;
- a pressare (tali raccordi necessitano di una idonea pressa)

Entrambe le tipologie di raccordi devono presentano le seguenti caratteristiche:

- dimensionati e collaudati per lo specifico campo di impiego dei tubi corazzati;
- realizzati con materiale che presenta caratteristiche di resistenza alla corrosione delle acque aggressive e dei prodotti chimici.

Requisiti prestazionali - Prove di tipo

Collaudo sulla materia prima, realizzato su un tubo prodotto con il metodo ad iniezione, secondo la norma DIN 8076.3 punto 5.2.1.1;

Norma di riferimento	Hoop stress [N/mm ²]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3 Tabella 2 Punto 5.2.1.1	2,6	95	1000

$P_{test} = \sigma_T * 2s / (d-s)$ = pressione di collaudo in bar, con:

σ_T = tensione di lavoro in N/mm²;

s = spessore della parete del tubo;

d = diametro esterno del tubo in mm.

Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 4;

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
UNI 9561, prospetto XIII, punto 4	Comportamento a lungo termine	3 x PN (*)	20	1

(*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

Resistenza alla pressione interna dei corpi dei raccordi, secondo la norma DIN 8076.3, tabella 3, punto 5.2.1.2;

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]

DIN 8076.3, tabella 3, punto 5.2.1.2	0,52 x PN (*)	95	1000
DIN 8076.3	3,2 X PN	20	1

(*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

Resistenza allo sfilamento, secondo la norma ISO 3501;

Si calcola mediante la seguente formula:

$F = 1,5 \pi \sigma_T (d_e^2 - d^2)/4$ = forza di collaudo in N (a 23°C), con:

σ_T = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa;

d_e = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm;

d = diametro interno del tubo (misurato) in mm.

Norma	per tubi \leq PN10 [raggio]	per tubi $>$ PN10 [raggio]	Temperatura [°C]	Pressione [bar]	Tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII punto 7	R = 15 d	R = 20 d	20	3 x PN	1

Resistenza alla pressione interna dei raccordi inseriti su tubi sottoposti a curvatura, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 7;

Resistenza alla pressione esterna, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 6;

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,1	20	1
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,8	20	1

Collaudi dimensionali, secondo le norme UNI ISO 7/1 e UNI 9561, tabella XII, e conformi a quanto riportato nelle procedure interne del fabbricante.

Collaudi periodici

Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati, secondo la norma UNI 9561 Prospetto XIII, punto 4;

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 4	Comportamento a breve	3 x PN (*)	20	1

- Resistenza allo sfilamento, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 5;

Si calcola mediante la seguente formula:

$F = 1,5 \pi \sigma_T (d_e^2 - d^2)/4$ forza di collaudo in N (a 23°C), con:

σ_T = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa

d_e = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm.

d = diametro interno del tubo (misurato) in mm

- Collaudi dimensionali - Collaudi visivi - Crush test - Collaudo della omogeneità del prodotto, in accordo con il programma interno di verifica della qualità del fabbricante.

Controllo statistico

Requisiti prestazionali - Prove di tipo

Il fabbricante deve garantire per ognuno dei collaudi citati un campionamento su tre esemplari. Non devono essere rilevati fallimenti nei collaudi: solo con il rispetto di questa condizione la Stazione appaltante ammetterà i prodotti all'impiego.

Collaudi periodici

Il fabbricante deve dimostrare di avere e di rispettare un piano interno di campionamento per questi collaudi.

Altri requisiti generali

I raccordi devono garantire la tenuta idraulica alla pressione interna di esercizio, indipendentemente dall'azione meccanica svolta tra tubo e anello di aggraffaggio. La guarnizione di tenuta idraulica, all'interno del raccordo, è alloggiata in una apposita sede ricavata nel corpo del raccordo. I raccordi, almeno nei diametri fino a 110 mm devono permettere l'inserimento del tubo senza che avvenga lo smontaggio completo della ghiera. Inoltre, tutti i raccordi devono essere realizzati in maniera tale da garantire un loro facile smontaggio dall'impianto e il loro successivo riutilizzo senza che avvengano cali di prestazioni idrauliche e meccaniche. I manicotti devono essere provvisti di fermo centrale di battuta che permetta di controllare l'arresto del tubo entro il bicchiere. I valori di accoppiamento filettato accettati sono: ¾" - 1" - 1"1/4 - 1"1/2 - 2" - 2"1/2 - 3".

Raccordi per collegamenti misti (o raccordi di transizione)

- Raccordi che permettono il passaggio tra componenti di impianto metallici e componenti di impianto plastici tramite filettatura in plastica. Da usare solo in casi eccezionali, questi raccordi devono garantire le seguenti prestazioni di tenuta sul filetto:

- PN 16 per filetti maschi fino a 2½";
 - PN 10 per filetti maschi da 3" fino a 4";
 - PN 16 per filetti femmina fino a 2½";
 - PN 10 per filetti femmina fino a 3"
- Raccordi che permettono il passaggio tra componenti di impianto metallici e componenti di impianto plastici tramite filettatura in ottone. Questi raccordi, oltre a garantire le prestazioni di tenuta sul filetto, devono preferibilmente essere costruiti in modo da permettere al corpo del raccordo di ruotare rispetto alla parte metallica. Deve essere assicurato il requisito della prestazione PN 16.
 - Raccordi flangiate che permettono di collegare tubazioni in polietilene con altre tubazioni metalliche. Devono soddisfare tutti i requisiti generali ed essere garantiti di classe PN10 o PN16 dal produttore.

Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI 9561, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN 45004.

Raccordi pn 16 di presa in carico e non in carico

Rientrano in questa categoria i raccordi per giunzioni meccaniche costruiti secondo il punto 5.1 ed utilizzati per la costruzione di derivazioni di utenza da condotte stradali realizzate in polietilene.

Raccordi di presa in carico

Sono dotati di un sistema meccanico di posizionamento sulla condotta stradale. Per mezzo di una fresa in ottone consentono di forare il tubo principale e di effettuare il prelievo idrico senza interruzione dell'erogazione. Devono consentire il corretto orientamento della derivazione in funzione del posizionamento nello scavo del tubo per la derivazione.

Raccordi di presa non in carico

Sono dotati di un sistema meccanico di posizionamento sulla condotta stradale. Permettono il collegamento con altre parti dell'impianto per mezzo di filettature femmina, oppure con uscite dotate di raccordo a compressione, o con uscite dotate di flangia.

Marchio di conformità

Come riportato al punto 3.5.1.8.

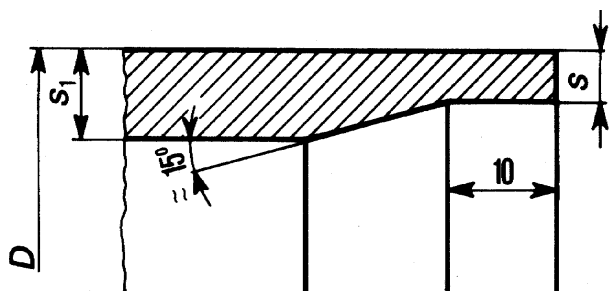
Raccordi formati (o segmentati)

Generalità

I raccordi ottenuti mediante saldatura tra loro di elementi di tubo fino al raggiungimento della forma desiderata, per essere accettati devono essere prodotti secondo i criteri generali descritti nel capitolo 11.4 della raccomandazione di posa n° 10 del maggio 1999 "Installazione di acquedotti di PE" dell'I.I.P. Il fabbricante deve rispettare le formule riportate ai punti 11.4.1 e 11.4.2. per la produzione di curve e di tee a settore provvedendo, quando necessario, al rinforzo del raccordo nel modo indicato al punto 11.4.3. I tubi utilizzati per prelevare i segmenti necessari per formare i raccordi devono essere in tutto conformi a quanto prescritto al cap.3 del presente documento.

Giunzione di raccordi formati con tubi

La giunzione può essere realizzata con i metodi descritti nel capitolo 4 del presente disciplinare, con l'avvertenza che nella tecnica testa a testa, per poter ottenere uno spessore di parete del raccordo uguale a quella del tubo sul quale deve essere unito, occorre che l'interno del raccordo sia rastremato per una profondità di 10 mm, come indicato nella seguente figura, in cui s è lo spessore del tubo, s_1 è lo spessore del raccordo e D è il diametro esterno del tubo:



Raccordi elettrosaldabili

Generalità

I raccordi elettrosaldabili in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento allo scopo di garantire la qualità dei prodotti acquistati da questa Azienda, secondo i riferimenti alle norme di prodotto nazionali e internazionali. I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.

Tipi di raccordi

I raccordi devono essere prodotti con il processo di stampaggio per iniezione. Devono garantire la saldatura tra tubi di polietilene PE100 e PN16. Le figure ed i diametri più ricorrenti sono:

- manicotti, fino al DN 355;
- gomiti a 90°- 45°- 22,5°, fino al DN 180;
- tee a 90° , fino ai DN 180x180x180;
- collari di presa, fino ai DN 250x63.

Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi

Tutti i raccordi elettrosaldabili devono essere prodotti con polietilene di classe PE100, in conformità a tutte le prescrizioni indicate per i tubi nel presente documento. In particolare, si ribadisce che nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa e che non potrà in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo. Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo; in particolare dovrà controllare, almeno le seguenti proprietà:

- Indice di fluidità di massa (MFR), secondo la norma UNI EN 12201-3 - prospetto 6;
- Tempo di induzione all'ossidazione, nella zona di saldatura prima e dopo il processo di fabbricazione,

secondo la norma UNI 12201-3 - prospetto 6;

- Densità, secondo la norma UNI 12201-1 - prospetto 1.

I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12201-3.

Progettazione dei raccordi

I raccordi dovranno essere progettati secondo i requisiti indicati dalla norma UNI EN 12201-3.

Requisiti prestazionali - Prove di tipo

I raccordi devono essere PN16. Un raccordo è rispondente a questo requisito di tipo quando supera il collaudo descritto nel metodo indicato nella norma UNI EN 921. I campioni devono essere preparati in conformità a tale norma ad una temperatura minima di collaudo di -10°C ed a una temperatura massima di +45°C. La pressione da superare nel collaudo è calcolata come indicato nella norma UNI EN 12201-3, prospetto 5. I raccordi devono soddisfare i requisiti prescritti dalle norme UNI EN 12201-1, UNI EN 12201-3 e UNI 7616.

Tipi di raccordi

I raccordi devono essere realizzati mediante il processo di stampaggio per iniezione. Devono garantire la tenuta idraulica fino a PN16. Le figure più ricorrenti (riduzioni, gomiti a 90° e 45°, tee a 90°) garantiscono generalmente la copertura dei diametri da 63 a 315.

Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi

Tutti i raccordi, nelle figure previste, devono essere prodotti con polietilene avente un MRS minimo pari a 10 N/mm², in conformità alle norme nazionali ed internazionali per opere destinate al trasporto di acqua potabile o da potabilizzare. Nessun additivo potrà essere aggiunto dal fabbricante dei raccordi alla resina all'atto della lavorazione oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa. Non potrà in alcun modo essere utilizzato materiale di riciclo. Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo, in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

- Indice di fluidità di massa (MFR), secondo la norma UNI EN 12201-3 - prospetto 6;
- Tempo di induzione all'ossidazione, nella zona di saldatura prima e dopo il processo di fabbricazione, secondo la norma UNI 12201-3 - prospetto 6;

Requisiti prestazionali

I raccordi devono avere pressione nominale PN 16 o PN 10, con spessore di parete corrispondente al SDR dei tubi ai quali i raccordi stessi devono essere uniti. Un raccordo si definisce rispondente a questi requisiti di tipo quando i campioni scelti superano i collaudi descritti nel prospetto 4 della norma UNI EN 12201-3.

Collaudi periodici

Il fabbricante deve garantire i seguenti controlli:

- Diametro esterno medio, con la frequenza di 1volta/h;
- Spessore, con la frequenza di 1volta/8h;
- Ovalizzazione, con la frequenza di 1volta/h;
- Angolo tra codoli, con la frequenza di 1volta/8h;

- Aspetto visivo, con la frequenza di 1volta/h;
- Verifica marcatura, con la frequenza di 1volta/h.

Collaudi finali - Esclusioni - Garanzie

Il fabbricante deve garantire la realizzazione delle seguenti prove su almeno un campione per ogni lotto di produzione:

- Resistenza alla pressione interna, secondo le norme UNI EN 12201-3 e UNI EN 921;
- Tempo di induzione all'ossidazione, secondo le norme UNI EN 12201-3 e UNI EN 728;
- Indice di fluidità in massa (MFR), secondo le norme UNI EN 12201-3 e ISO 1133.

Per la fabbricazione di tutti i raccordi valgono gli stessi **divieti di utilizzo** di materie prime non omologate, già prescritti per i tubi al punto 3.9 e valgono anche tutte le **garanzie** pure previste per i tubi al punto 3.10.

Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI EN 12201-3, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN 45004.

Marcatura dei raccordi

I raccordi devono riportare, in accordo con la norma UNI EN 12201-3, punto 11, la seguente marcatura minima:

- nome o codice del fabbricante;
- diametro nominale e serie dei tubi (DN/OD + SDR).

Sui raccordi stessi o su apposite etichette, devono essere riportate anche le seguenti indicazioni:

- numero della norma (UNI EN 12201);
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione (PN10 o PN16);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei raccordi.

Accettazione di tubi e raccordi

Ai fini dei collaudi e delle accettazioni è considerato lotto singolo la fornitura di:

- 5000 m per tubi con $DN \leq 110$;
- 2000 m per tubi $110 < DN < 315$;
- 1000 m per tubi con $DN \geq 315$;
- 200 raccordi, comprensivi di figure e diametri diversi.

Il Direttore dei lavori o il Responsabile degli acquisti, alla ricezione di ciascun lotto di tubi e di raccordi dovrà accertarsi che:

- la Ditta produttrice possieda un Sistema aziendale di Garanzia della Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9000:2000, approvato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato secondo

la norma UNI CEI EN 45012;

- sui tubi e sui raccordi sia impresso il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201, rilasciato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato in conformità alle norme UNI CEI EN 45011 e 45004 (Certificazione di prodotto);
- sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i prodotti finiti e le materie prime impiegate siano conformi alla norma UNI EN 12201, corredata della documentazione dei tests interni;
- sia pervenuta una campionatura (specimen) della resina utilizzata per la produzione dei materiali forniti, corredata da una scheda tecnica del produttore della resina che stabilisca i parametri di riferimento per l'eventuale analisi comparativa tra specimen e prodotti finiti forniti;
- la suddetta campionatura sia accompagnata da una apposita certificazione che le resine adoperate siano idonee per l'impiego in acquedotti e che siano omologate dall'IIP o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e 45004.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà di CONSAC dar corso ad una (o ad entrambe) delle seguenti procedure:

- ottenere la conferma del produttore della materia prima, trasmettendo un campione, scelto a caso, di tubo e/o di raccordo al produttore della resina il cui codice è riportato sui materiali forniti; quest'ultimo restituirà a CONSAC, in forma riservata e senza coinvolgere il fabbricante dei prodotti finiti, i risultati delle analisi comparative;
- procedere all'effettuazione delle verifiche ispettive secondo la procedura indicata al punto 11 del presente disciplinare.

3.5 COLLAUDO DELLE TUBAZIONI

Collaudo acquedotti e reti in pressione

Il collaudo idraulico deve essere eseguito sulle condotte posate per verificare l'integrità e la funzionalità dei tubi, dei giunti, dei raccordi e degli altri componenti della condotta. Le operazioni di collaudo in campo possono essere ordinate, controllate e verbalizzate dal Direttore dei Lavori, il quale sottopone i relativi documenti al Collaudatore che, a sua volta, ha la facoltà di richiedere la ripetizione delle prove prescritte (DM 12/12/85). Le operazioni di collaudo sono regolate dalla Norma UNI EN 805:2002 "Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" e dal D.M. 12/12/1985 "Normativa Tecnica per le Tubazioni" e successive modifiche e integrazioni. Le pressioni di collaudo in campo, P_c , per le tubazioni con funzionamento a pressione sono riferite alla pressione di esercizio PE, e devono soddisfare i seguenti requisiti:

- a) Nel punto più basso della condotta la pressione di prova non deve essere inferiore al più elevato dei valori sottostanti:
 - per le pressioni di esercizio (senza colpo d'ariete) inferiori o uguali a 10 bar: 1,5 volte la pressione di esercizio;
 - per le pressioni di esercizio (senza colpo d'ariete) superiori a 10 bar: la pressione di esercizio più 5 bar;

- la pressione massima di esercizio (pressione di esercizio più colpo d'ariete).
- b) La pressione di prova non deve superare:
- la pressione massima di prova prescritta nelle norme applicabili ai tubi, raccordi e accessori;
 - la pressione di calcolo dei dispositivi di ancoraggio.
- c) Nel punto più alto del tronco in prova la pressione non deve essere inferiore alla pressione di esercizio in quel punto.

I tratti da sottoporre a collaudo non devono superare i 500m di lunghezza, indipendentemente dal materiale, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori e devono essere compresi tra due saracinesche (almeno una saracinesca ogni 500 m). Le operazioni di collaudo, secondo il DM 12/12/85, da eseguirsi dopo la posa delle condotte, consistono in una prima fase di lavaggio a cui segue il riempimento della condotta con acqua a pressione atmosferica. L'immissione dell'acqua deve avvenire dal basso della condotta in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria. Successivamente, tramite pompaggio continuo, la pressione all'interno della condotta viene portata fino al valore di collaudo. Una volta stabilizzato il valore di pressione a quello di collaudo, è necessario monitorare eventuali variazioni tramite manografo tarato e/o strumenti elettronici per un intervallo di tempo abbastanza ampio da rilevare anche piccole perdite. L'entità degli intervalli dipende dal materiale e dai diametri della tubazione.

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

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

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

La prova è da ritenersi superata quando $\Delta V \leq \Delta V_{max}$.

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

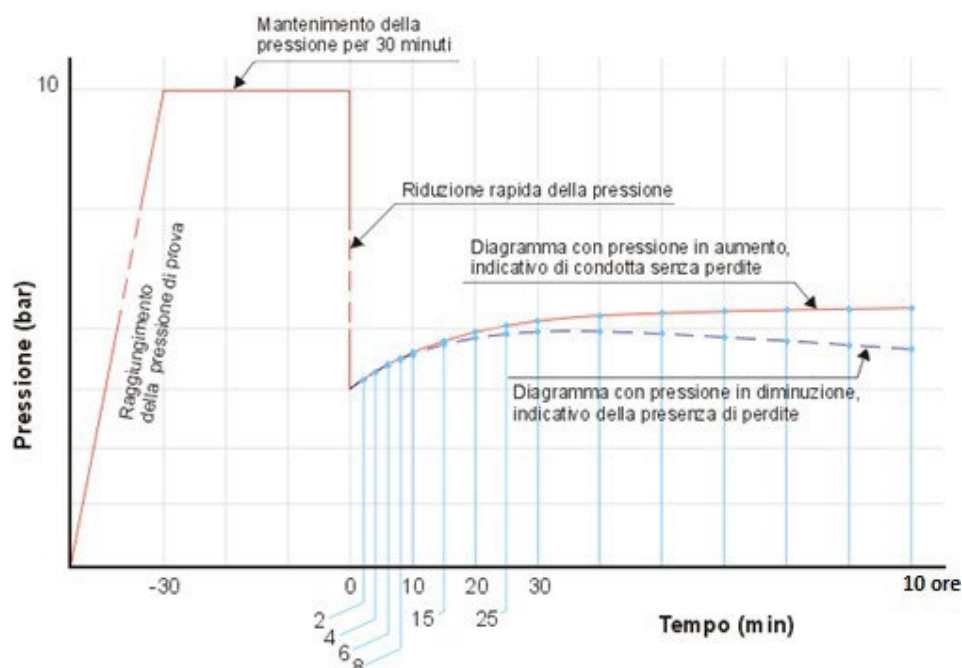


Diagramma tipo delle pressioni per collaudo su materiali plastici

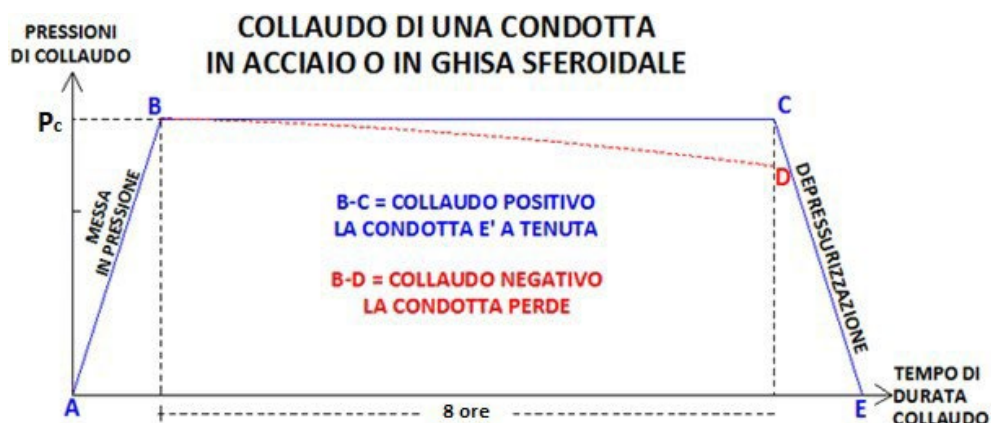


Diagramma tipo delle pressioni per collaudo su ghisa e acciaio

Al termine del collaudo deve essere eseguita la sanificazione della condotta mediante clorificazione e analisi batteriologica dell'acqua. La prova di collaudo deve essere eseguita sulla condotta installata comprensiva di tutti i raccordi e gli allacci che durante la fase di riempimento della condotta sono lasciati aperti per il tempo necessario alla fuoriuscita dell'aria presente in condotta. La lunghezza di ogni tratta di condotta da collaudare può variare con il diametro ed il tipo di condotta, il tipo ed il numero dei giunti e delle apparecchiature installate, il tracciato e la natura del terreno attraversato, ma comunque sempre non superiore a 500 metri. La condotta da collaudare dovrà essere chiusa all'estremità mediante flange imbullonate o mediante tappi saldati. È necessario sfiatare dell'aria nei punti più alti della condotta. La presenza di aria residua influisce negativamente sul risultato del collaudo. Il punto di pompaggio della pressione deve essere collocato, quando possibile, nella parte più bassa della condotta per favorire l'espulsione dell'aria durante il riempimento. Questa posizione consente inoltre la lettura del massimo carico idrostatico e un maggior controllo durante l'esecuzione della prova. Il collaudo deve essere eseguito dopo il ricoprimento della condotta. Durante il collaudo la temperatura della tratta non deve subire variazioni significative. Dopo aver effettuato il

ricoprimento è quindi opportuno attendere almeno 24 ORE prima di effettuare il collaudo, affinché la temperatura dell'intera tratta si stabilizzi. Le parti eventualmente scoperte della condotta devono essere protette contro variazioni di temperatura dovute all'esposizione solare. Tutte le guarnizioni e valvole di non ritorno devono essere controllate prima dell'esecuzione della prova.

4. ACCESSORI

4.1 CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE

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

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

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

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

Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

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

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

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

Le griglie devono essere fabbricate in:

- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio.

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

Marcatatura

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatatura 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.

4.2 POZZETTI IN POLIETILENE

Pozzetto modulare di polietilene, prodotto con materiale vergine al 100%, avente densità ρ 0.930 kg/dm³ (ISO 1183), fornito da azienda certificata UNI EN ISO 9001/2008. Per altezze di posa fino a 5,0 m il pozzetto finito dovrà garantire la resistenza a pressione statica uguale alla pressione dell'acqua in condizioni di pieno carico; per altezze superiori dovrà garantire la tenuta alla pressione massima pari a 50 kPa. I manufatti di linea verranno rinfiacati con misto granulometrico cementato in ragione di 100 kg per ogni mc di impasto al fine di evitare azioni deformanti sulla parete esterna del pozzetto. Laddove i tratti fognari verranno realizzati in falda, conformemente a quanto previsto per la posa delle tubazioni si prevede il rinfiacco del pozzetto con cls finì a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo. Una piastra rigida in cls prefabbricata di dimensioni 1,50 x 1,50 dovrà essere posta esternamente alla sommità dei pozzetti, allo scopo di distribuirne i carichi verticali del traffico su un'ampia superficie esterna, evitando la concentrazione di forze deformanti sul manufatto plastico e sulla quale verrà allocato il chiusino in ghisa. I pozzetti di ispezione per acque reflue con deflusso a gravità saranno realizzati con tubo in polietilene del diametro interno DI 1000 mm, liscio internamente e corrugato esternamente, con classe di rigidità anulare SN 8 misurata secondo normativa vigente, prodotto per coestrusione continua delle due pareti in conformità al progetto di norma europea EN 13476 per tubi strutturati in PE di tipo B.

Il pozzetto sarà costituito da:

- base di linea in PE con entrata e uscita a bicchiere completo di guarnizione per la tubazione di progetto;
- prolunga di altezza pari a 250/500/1000 mm, a sezione circolare, provvista di nervature esterne strutturate di rinforzo e ancoraggio al terreno;
- cono di riduzione eccentrico con altezza paria 650/900 mm, a sezione circolare, con possibilità di regolazione in difetto per piano strada pari a 300 mm, ridotto fino a diametro interno pari a 625 mm (conforme DIN 4034 T1).

I vari moduli presentano scanalature per facilitarne l'assemblaggio sia mediante una saldatura per estrusione con apporto di un cordone di materiale estruso sia mediante l'utilizzo di una guarnizione elastomerica in EPDM in conformità alla UNI EN 681-1. L'entrata e uscita del pozzetto saranno realizzate come da progetto. Tutte le saldature saranno effettuate da parte di personale patentato secondo la norma UNI EN 9737 seguendo il processo di saldatura conforme alla norma DVS 2212 Part. 2. Le altezze dei pozzetti sono deducibili dai profili longitudinali. Per l'ispezione il pozzetto dovrà essere predisposto di gradini composti da pioli in alluminio rivestiti in polietilene in fase di stampaggio, con interasse costante di 250 mm completi di

elemento antiscivolo. Le caratteristiche di messa in sicurezza e tenuta idraulica dovranno essere in osservanza alla normativa vigente in materia. Il pozzetto è predisposto per il collegamento di tubazioni in PVC, e PE, comprendenti, ingresso/uscita di diametro variabile compreso nel seguente intervallo 250÷800 mm. L'entrata e uscita del pozzetto saranno realizzate come da profili longitudinali dei tratti in progetto. Le caratteristiche di messa in sicurezza e tenuta idraulica dovranno essere in osservanza alle normative UNI-EN 13598-1, UNI-EN 13598-2, DIN 19555, DIN 1264, DIN 4034 T1, DIN 19549, UNI EN 476.

4.3 POZZETTI IN PRFV

Pozzetto realizzato in PRFV centrifugato DN800, ad asse verticale, con linea passante DN 600 alloggiata in una canaletta di pari diametro. Sia il tubo di linea che le eventuali immissioni vengono connesse al pozzetto con giunti a manicotto PN 6, a garanzia della perfetta tenuta idraulica fino a 6 bar sia alla pressione interna che a quella esterna. L'interno del pozzetto è completamente rivestito di resina della stessa tipologia del liner del tubo di risalita, a protezione verso eventuali agenti aggressivi presenti nel fluido trasportato dalla condotta. Alla base del tubo verticale di risalita, posto esternamente, vi è un labbro di ancoraggio; l'interno della base (al di sotto della canaletta) viene invece zavorrato con calcestruzzo. La combinazione di queste due caratteristiche riduce la spinta al galleggiamento nel caso di presenza di acqua di falda. L'altezza totale del pozzetto, misurata dal piano di scorrimento al bordo superiore della piastra di copertura, varia da 1,5 a 4,5 m come da disegni di progetto. La movimentazione in cantiere è resa agevole dalla presenza di due barre in acciaio inox poste nella parte alta del pozzetto, per consentirne l'aggancio e lo spostamento con i mezzi d'opera.