



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

CUP G54H17000650002 - CAT. P0917

FONDO DI SVILUPPO E COESIONE 2014 - 2020.

"Revisione Distretti Sassu 1 - 2 - 3 - 4 - 5 di Arborea.

Sostituzione di reti vetuste."

DISCIPLINARE TECNICO TUBAZIONI PRFV

All.

C/11

Scala

Data

Data appr.

REV.

Data

00

00.00.00

Il progettista
Geom. Fanari Enzo

V. il Resp. del procedimento
Dott. Ing. Giorgio Bravin

CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE

DPGRS N° 239 del 04.12.96

**Revisione Distretti Sassu 1-2-3-4-5 di Arborea.
Sostituzione di reti vetuste.
Impianto Sassu 4**

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

**CAPITOLATO SPECIALE TECNICO
PER LA FORNITURA E POSA IN OPERA
DI TUBAZIONI IN PLASTICI RINFORZATI CON FIBRE DI VETRO
P R F V**

INDICE

1 TUBI E RACCORDI DI RESINE TERMOINDURENTI RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO

2 PREMESSA

3 MATERIALI COMPONENTI

3.1 Resine

3.1.1 Parete resistente dei tubi

3.1.2 Superficie interna del tubo (liner)

3.2 Rinforzi

3.3 Cariche

3.4 Acceleranti

3.5 Inerti silicei

4 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI TUBI

4.1 Strato interno

4.2 Strato meccanico resistente

4.3 Strato protettivo esterno

5 REQUISITI TECNICI

5.1 Classi di pressione

5.2 Resistenza meccanica trasversale. Classi di rigidità

5.3 Altre proprietà meccaniche

5.3.1 Ovalizzazione

5.3.2 Resistenza longitudinale

5.3.3 Resistenza a temperature diverse

5.3.4 Resistenza all'urto

5.3.5 Resistenza al taglio

6 GIUNTI

6.1 Giunto a bicchiere

6.2 Giunto a bicchiere antisfilo

6.3 Flangia

6.4 Giunto laminato

7 DESIGNAZIONE

8 PROVE DI CONTROLLO E ACCETTAZIONE

8.1 Prove distruttive

8.1.1 Prova di fessurazione e/o rottura

8.1.2 Prova di schiacciamento fra piatti paralleli

8.1.3 Percentuale di vetro e resina nel manufatto

8.2 Prove non distruttive

8.2.1 Controllo delle materie prime

8.2.2 Esame visivo

8.2.3 Controllo dimensionale

8.2.4 Controllo polimerizzazione

8.2.5 Tenuta idraulica

8.2.6 Requisiti per la Qualifica del Fornitore di tubi in PRFV

9 PEZZI SPECIALI

10 MODALITA' DI POSA IN OPERA PER TUBAZIONI INTERRATE

10.1 Costruzione della trincea

10.1.1 Fondo della trincea

10.1.2 Sottoscavo

10.1.3 Acque di infiltrazione

10.1.4 Nicchie sottostanti i giunti

10.1.5 Larghezza della trincea

10.1.6 Profondità della trincea

10.2 Procedura di messa in opera

10.2.1 Procedura di rinterro

10.2.2 Norme di compattazione

10.2.3 Controllo qualitativo della compattazione

10.2.4 Protezioni

11 PROVA DI PRESSIONE IN OPERA

"APPENDICE A"

- A.1** Condizioni normali di impiego
- A.2** Modalità di calcolo di tubi delle serie "tipo"
- A.3** Tipizzazione dei terreni
- A.3.1** Suoli a grana fine con limite liquido $\leq 50\%$
- A.3.2** Suoli a grana grossolana che contengono fini (Max 12%)

1 TUBI E RACCORDI DI RESINE TERMOINDURENTI RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO (PRFV)

2 PREMESSA

Nel presente capitolato sono riportate le caratteristiche, le prove e le norme di accettazione cui si dovranno uniformare i tubi in P.R.F.V. previsti per la costruzione di condotte interrate e fuori terra, per pressioni di esercizio non superiori alla pressione nominale (PN), prodotte per avvolgimento filamentare di vetro discontinuo (*discontinuous filament winding*).

Per PN si intende il valore in bar di una pressione convenzionale in base alla quale i tubi vengono calcolati e scelti per l'impiego.

Tale pressione convenzionale tiene conto della massima pressione idraulica e degli sforzi meccanici a cui la tubazione è soggetta in condizione di posa (aerea e/o interrata)

3 MATERIALI COMPONENTI

I plastici rinforzati con fibra di vetro (P.R.F.V.) rientrano nella categoria dei materiali compositi, nei quali un materiale di natura fibrosa con elevate caratteristiche di resistenza alla trazione è inglobato in un materiale omogeneo (matrice) di minori caratteristiche meccaniche. La matrice è costituita da resine poliesteri insature termoindurenti ed ha il compito di tenere assieme le fibre con orientazione e densità definite dalle specifiche di costruzione.

Le fibre di vetro sono presenti in varie forme (rovings continui, mats a fili tagliati, stuoie e tessuti, veli di superficie, ecc.).

3.1 RESINE

3.1.1 Parete resistente dei tubi

Si utilizzano resine poliesteri del tipo isoftalico ad alto peso molecolare. Le resine utilizzate dovranno soddisfare i seguenti requisiti misurati su provini non rinforzati:

- *Temperatura di distorsione termica (HDT) secondo ASTM D 648: minimo 70°C
- *Carico di rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 600 Kg/cm²
- *Allungamento a rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 2,5 %.
- *Modulo elastico a trazione secondo ASTM D 638: minimo 30.000 Kg/cm².
- *Carico di rottura a flessione secondo ASTM D 790: minimo 900 Kg/ cm²
- *Modulo elastico a flessione secondo ASTM D 790: minimo 30.000 Kg/cm².
- *Assorbimento d'acqua secondo ASTM D 570: massimo 0,5%.
- *Acidità secondo DIN 53402: massimo 35 mg KOH/g.

*Viscosità a 25°C: massimo 500 cps.

3.1.2 Superficie interna del tubo (liner)

Si potranno utilizzare resine poliestere del tipo isoftalico, oppure vinilestere in variante alla resina isoftalica, ove particolari condizioni di impiego lo richiedessero

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

- *Temperatura di distorsione termica (HDT) secondo ASTM D 648: minimo 70°C
- *Carico di rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 600 Kg/cm²
- *Allungamento a rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 2,5 %.
- *Modulo elastico a trazione secondo ASTM D 638: minimo 30.000 Kg/cm².
- *Carico di rottura a flessione secondo ASTM D 790: minimo 900 Kg/ cm²
- *Modulo elastico a flessione secondo ASTM D 790: minimo 30.000 Kg/cm².
- *Assorbimento d'acqua secondo ASTM D 570: massimo 0,5%.
- *Acidità secondo DIN 53402: massimo 35 mg KOH/g.
- *Viscosità a 25°C: massimo 500 cps.

3.2. RINFORZI

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

Possono essere usati sotto forma di fili (roving) tagliati e non tagliati, di mat di superficie, di tessuto e di stuoia.

I filamenti di fibra di vetro del tipo "E" dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- *Resistenza a trazione: min. 14.000 Kg/cm².
- *Contenuto di umidità (ASTM 2654-67 T PROC.1): max 0,3%
- *Perdita alla combustione (ASTM D 578-61): max 1,5%.

3.3 CARICHE

Le resine impiegate possono contenere cariche per controllare la viscosità ed altre caratteristiche, come ad esempio la resistenza alla fiamma, ai raggi ultravioletti, la temperatura del picco esotermico ecc.

3.4 ACCELERANTI, CATALIZZATORI, INDURITORI, INIBITORI

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

3.5 INERTI SILICEI

Gli inerti silicei dovranno avere un fuso granulometrico compreso tra 0,3 e 1.0 mm ed avere un contenuto di SiO₂ di almeno il 98%.

In particolare dovranno essere conformi alla norma ASTM D3517. Il contenuto di ferro dovrà essere inferiore allo 0.4%.

Il contenuto d'acqua (umidità) dovrà essere ridotto al di sotto dell'1% prima dell'impiego.

4 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI TUBI

La parete delle tubazioni in P.R.F.V., prodotte su mandrino per avvolgimento di fili, è costituita da tre strati, perfettamente aderenti uno all'altro, che formano un unico elemento strutturale. Il diametro nominale della tubazione dovrà coincidere con il diametro interno netto: ad esempio, il DN1000 avrà diametro netto interno medio di 1000 mm.

4.1 Strato interno (liner)

La funzione dello strato interno (liner) è di garantire la massima resistenza chimica e la massima impermeabilità nei confronti del fluido convogliato.

Lo strato è a sua volta costituito da:

- strato interno a diretto contatto con il fluido, rinforzato con un velo di superficie di vetro "C", con un contenuto di resina superiore al 90% in peso;
- strato esterno rinforzato con un mat di vetro "E" da 375 g/m², con un contenuto di resina di circa il 70% in peso.

Il contenuto di resina medio è del 75% in peso. Il liner non deve presentare zone scarsamente impregnate di resina o prive di rinforzo. Lo spessore di tale strato deve essere almeno pari a 0,85 mm.

Spessori superiori saranno una specifica richiesta da parte della stazione.

4.2 Strato meccanico resistente

Lo strato meccanico resistente è costituito da filamenti continui di vetro (rovings), impregnati di resina, avvolti elicoidalmente (filament winding) in lamine di uniforme spessore e densità,

secondo angolazioni predeterminate, variabili tra i 52° e i 64°, tali da garantire caratteristiche meccaniche circonferenziali ed assiali conformi alle esigenze progettuali e a quanto in seguito specificato.

Questo strato, una volta polimerizzato, deve essere privo di difetti evidenti di lavorazione, nei limiti di quanto specificato dalle prescrizioni per il collaudo visivo.

Possono essere presenti in questo strato materiali inerti in sostituzione di parte delle fibre di vetro, al fine di aumentare la rigidità della tubazione. Laddove venga utilizzato inerte, la percentuale in peso non potrà superare il 50% del manufatto finito.

4.3 Strato esterno

Questo strato, con uno spessore minimo di 0.2 mm, generalmente non rinforzato, è costituito da resina additivata con inibitori di raggi UV. Per posa fuori terra, laddove richiesto è possibile prevedere una opportuna pigmentazione di colore bianco.

5 REQUISITI TECNICI

Si fa riferimento alla Norma UNI 9032/08 “Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV)”.

I tubi del presente lavoro sono costituiti da resina isoftalica, fibra di vetro del tipo continuo e inerte siliceo in quantità tale da raggiungere le caratteristiche prestazionali richieste.

Altre Norme di riferimento, riconosciute in campo internazionale, e richiamate nel presente disciplinare sono le seguenti:

- UNI EN1796: sistemi di tubazioni di materia plastica per acqua con o senza pressione – Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP)-specifiche per tubi, raccordi e giunzioni;
- UNI EN14364: sistemi di tubazioni di materia plastica per fognatura e scarichi con o senza pressione – Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP)-specifiche per tubi, raccordi e giunzioni;
- UNI EN/TS 14578: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell’acqua o scarico e fognatura – Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) – procedure raccomandate per l’installazione;
- UNI EN/TS 14632: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell’acqua in pressione o non – Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) – Guida per la valutazione della conformità;

- UNI EN/TS 14807: Sistemi di tubazioni di materia plastica-Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) – Guida per l'analisi strutturale delle tubazioni interrate di PRFV
- AWWA C950-95:Standard for Fiberglass Pressure Pipe;
- ASTM D 2996:Standard Specification for Filament-Wound "Fiberglass"(Glass-Fiber Reinforced Thermosetting-Resin)Pipe;
- ASTM D3517: Standard Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pressure Pipe;
- ASTM D3839: Standard Practice for Determining Dimensions of Reinforced Thermosetting Resin Pipe (RTRP) and Fittings;
- ASTM D2412: Standard Test Method for Determination of External Loading Characteristics of Plastics Pipe by Parallel-Plate Loading
- ASTM D1599: Standard Test Method for Short Term Hydraulic Failure Pressure of Plastic Pipe, Tubing and Fittings
- ASTM D2584: Standard Test Method for Ignition Loss of Cured Reinforced Resins
- ASTM D2583: Standard Method for Indentation Hardness of Rigid Plastics by Means of a Barcol Impressor;
- ASTM D3567: Standard Practice for Determining Dimensions of Reinforced Thermosetting Resin Pipe (RTRP) and Fittings
- ASTM D2563: Standard Practice for Classifying Visual Defects in Glass-Reinforced Plastic Laminate Parts;
- ISO 11357-5: Plastics – Differential Scanning Calorimetry (DSC) – Determination of Characteristic Reaction- Curve Temperature and Times, Enthalpy of Reactions and Degree of Conversion
- EN1228: Plastic Piping System- Glass- Reinforced Thermosetting Plastics (GRP) Pipes – Determinations of Initial Specific ring Stiffness

Le tubazioni saranno verificate secondo le prescrizioni dello standard AWWA (American Water Works Association) C.950 utilizzando i coefficienti di sicurezza previsti nelle norme AWWA sopra citate e ipotizzando comunque che la condotta – sebbene le condizioni di progetto possano non prevederlo – sia assoggettata a transitori di vuoto assoluto.

I tubi inoltre devono essere dimensionati in modo che nelle condizioni di servizio vi sia un coefficiente di sicurezza di almeno 2 al collasso della sezione trasversale per instabilità elastica.

Irrigidimenti locali: Non sono ammessi irrigidimenti circonferenziali sulla circonferenza esterna del tubo..

5.1 CLASSI DI PRESSIONE

Riguardo alla normalizzazione internazionale preferibilmente, ma non necessariamente, sono usate le pressioni nominali seguenti, espresse in bar: 1, 2.5, 4, 6, 8, 10, 12.5, 14, 16, 20, 25, 30. La pressione nominale del tubo dovrà essere minore di 1/4 della pressione di fessurazione P_f e/o di rottura P_r (il valore più basso).

Si intende per pressione di fessurazione P_f la pressione che provoca lesione alla parete interna del tubo, anche senza fuoriuscita di acqua, e pressione di rottura P_r la pressione alla quale si hanno notevoli danni (come: delaminazioni, rotture di fibre di vetro nello strato meccanico resistente) che interessano la struttura del tubo. P_r e P_f possono coincidere.

5.2 RESISTENZA MECCANICA TRASVERSALE. CLASSI DI RIGIDITA'

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

Essa va considerata in funzione delle condizioni di installazione e delle condizioni di esercizio. La resistenza meccanica trasversale iniziale è caratterizzata dalla Rigidezza Specifica Trasversale definita dalla formula:

$$R_g = EI/D^3 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

Nella quale:

E = modulo elastico del materiale in direzione circonferenziale espresso in N/mm^2 i cui valori minimi sono $E=6500$ in presenza di inerti silicei, ed $E=18500$ in assenza di inerti silicei.

I = momento di inerzia trasversale della striscia unitaria della parete del tubo rispetto all'asse neutro della parete (mm^4/m).

D = diametro nominale medio del tubo in mm.

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

INDICE DI RIGIDITA' (N/m^2)

Classe 1	$R_g \leq 500$
Classe 2	$500 < R_g \leq 1.250$
Classe 3	$1.250 < R_g \leq 2.500$
Classe 4	$2.500 < R_g \leq 5.000$
Classe 5	$5.000 < R_g \leq 10.000$

La classe di rigidezza sarà determinata in base alle verifiche all'interramento condotte esclusivamente secondo le prescrizioni delle norme AWWA C 950.

In ogni caso, per le normali applicazioni di condotte interrate, verranno escluse le classi 1 e 2.

5.3 ALTRE PROPRIETA' MECCANICHE

Dovranno essere soddisfatte le seguenti caratteristiche meccaniche:

5.3.1 Ovalizzazione

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

Pertanto l'ovalizzazione massima consentita nel calcolo della tubazione interrata sarà ricavata dividendo il valore della ovalizzazione di fessurazione e/o rottura, ottenuta da prova, per il coefficiente di sicurezza 4.

In ogni caso il valore massimo ammissibile **non potrà superare il 5%**.

5.3.2 Resistenza longitudinale

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

Qualora non espressamente richiesto dalle condizioni di progetto, la resistenza media a trazione nella direzione longitudinale dovrà essere tale da resistere, a rottura, almeno ad una pressione interna pari a 2 PN, considerato il tronco del tubo a se stante e chiuso alle estremità.

Per valori elevati del prodotto $PN \cdot DN$ il dimensionamento longitudinale potrà essere fatto con diverso criterio, più direttamente ispirato alle effettive condizioni di servizio della tubazione.

5.3.3 Resistenza a temperature diverse

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

5.3.4 Resistenza all'urto

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

5.3.5 Resistenza al taglio

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

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

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

6 GIUNTI

I tubi oggetto di questo capitolato saranno collegati unicamente mediante l'utilizzo del giunto Maschio/Bicchieri 2 oring, sistema antisfilante e nipplo metallico di precollaudo idraulico in opera. Collegamenti flangiati, se necessari, saranno realizzati con flange di tipo fisso o libero (bocchello in PRFV + anello girevole in acciaio) e opportunamente collegate alle condotte principali mediante laminazioni.

6.1 Giunto a bicchiere con doppio o-ring e dispositivo antisfilante:

Le tubazioni oggetto del presente disciplinare sono collegate mediante giunti a bicchiere con tenuta idraulica assicurata da doppia guarnizione elastomerica toroidale e dispositivo antisfilante.

Il giunto può essere impiegato sopra e sotto terra e in applicazioni subacquee, in pressione e non, ed in depressione.

Il bicchiere, di cui ogni barra è dotata, deve essere integrale con la barra e costruito monoliticamente, contemporaneamente alla stessa.

Le sedi per le guarnizioni di tenuta sono ricavate in sovrappessore sull'altra estremità della barra, senza intaccare lo strato meccanico resistente del tubo.

Le guarnizioni elastomeriche ad anello toroidale sono in gomma sintetica (SBR).

Per diametri uguali o superiori al DN 250 il giunto deve essere dotato di una presa filettata, con relativo otturatore, per poter pressurizzare la cavità anulare tra le due guarnizioni. Ciò consente di effettuare una prova di tenuta del giunto senza pressurizzare la linea.

Le dimensioni degli elementi costituenti il giunto, come pure le caratteristiche chimico-fisiche delle guarnizioni, sono determinati in funzione delle condizioni di progetto e dichiarati dal produttore.

La profondità di inserimento della estremità maschio deve essere chiaramente segnata sulla tubazione, quando non è automaticamente determinata dalla geometria del giunto.

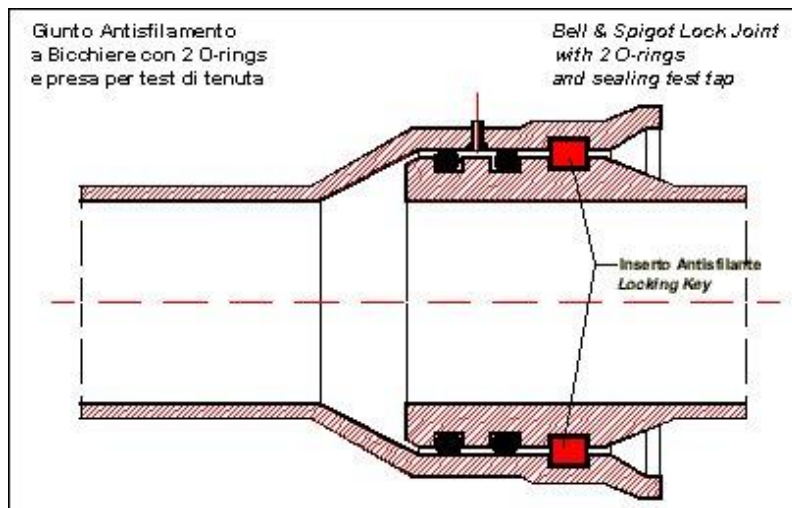
Il dispositivo antisfilante viene inserito attraverso un'asola ricavata sulla parte esterna del bicchiere e alloggia entro una cava nel maschio e una controvaca nel bicchiere stesso.

Il dispositivo antisfilante è di materiale plastico o metallico resistente a taglio. Questo giunto resiste a sforzi longitudinali ed anch'esso consente una deviazione angolare, secondo la tabella riportata nel paragrafo precedente.

***Nota**

Laddove opportunamente dimensionato, l'utilizzo del giunto antisfilante consente alla tubazione di poter trasferire i carichi longitudinali dovuti alla spinta del fluido che insiste, ad esempio, sui cambi di direzione.

Tale prerogativa consente di poter eliminare in toto i blocchi reggisplinta previsti in corrispondenza dei cambi di direzione, e demandare l'azione di contrasto esclusivamente al sistema tubo – giunto. Sarà facoltà del Committente prevederne l'utilizzo, o sarà facoltà dell'esecutore dell'opera proporlo in alternativa a quanto previsto dal progetto.



6.3 Flangia

Tale tipo di giunzione è adoperato unicamente per gli accoppiamenti con le apparecchiature di linea (sfiati e scarichi) e/o pezzi speciali.

Tale assemblaggio si ottiene fissando le due estremità flangiate mediante bulloni o tiranti con rondelle e con interposta guarnizione.

Il giunto a flangia è di natura rigida e deve assicurare una resistenza almeno pari a quella degli elementi collegati.

Esso può essere usato sopra e sottoterra, sott'acqua a pressione e non, nonché in depressione.

Le flange possono essere di tipo libero o fisso.

Le dimensioni delle flange (a meno dello spessore e della lunghezza) sono previste nelle norme UNI, salvo diversa prescrizione di progetto.

Dovranno essere usati per la costruzione delle flange i materiali previsti per i pezzi speciali.

6.4 Giunti a saldare

Questo giunto consiste nella polimerizzazione di mat e stuoie in vetro impregnati di resina, che sono laminati secondo una lunghezza e uno spessore calcolati con le seguenti relazioni:

$$t = P \times (ID + 2t_p) / (2 \times \sigma_{all} - P)$$

$$L = P \times (ID + 2t_p) / (2 \times \tau_{all})$$

dove:

t è lo spessore della laminazione espresso in mm;

L è la lunghezza della laminazione espresso in mm;

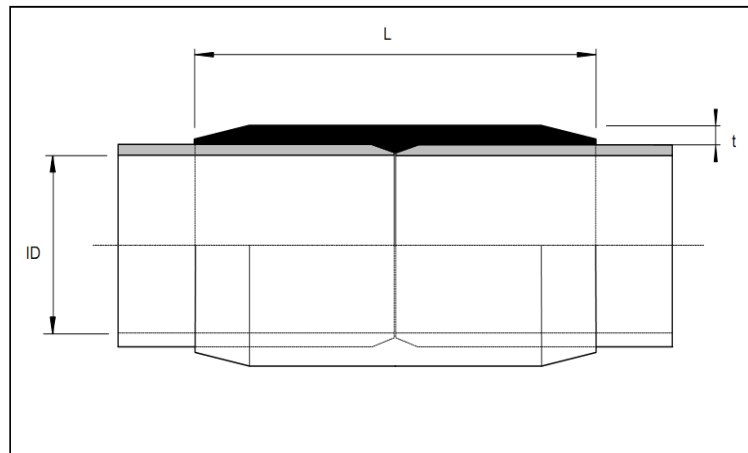
P è la pressione di progetto espressa in MPa;

ID è il diametro interno del tubo espressa in mm;

t_p è lo spessore del tubo espresso in mm;

σ_{all} è la sollecitazione ammissibile circonferenziale espressa in MPa;

τ_{all} è la sollecitazione ammissibile al taglio espressa in Mpa



7 DESIGNAZIONE

Ogni barra prodotta dovrà essere corredata da un apposito cartellino identificativo indelebile, posizionato su una estremità della barra stessa. La designazione dei tubi in P.R.F.V. deve comprendere:

- Nome del fabbricante e nome commerciale del prodotto
- Anno e mese di fabbricazione
- Diametro nominale DN
- Lunghezza nominale
- Pressione Nominale
- Rigidezza specifica trasversale
- Identificativo della tubazione
- Eventuali altre indicazioni relative all'impiego della tubazione o richieste dal Committente

8 PROVE DI CONTROLLO E ACCETTAZIONE

Agli effetti dell'esecuzione delle prove la fornitura verrà suddivisa in lotti di 100 pezzi ciascuno con l'avvertenza che spezzoni di fornitura in numero maggiore di 60 costituiscono lotto.

Il singolo lotto viene accettato se il numero dei provini previsti per la sua verifica supera la prova.

Se la prova non viene superata anche da uno solo dei provini essa verrà ripetuta su un numero di provini doppio di quello previsto.

In particolare si precisa che :

- a) i tubi che risultassero fabbricati con materie prime non corrispondenti ai requisiti richiesti saranno rifiutati indipendentemente dall'esito delle prove, pertanto il fornitore dovrà esibire una documentazione di Controllo Qualità che assicuri la "rintracciabilità" della resina utilizzata;
- b) i tubi mancanti delle marcature prescritte non saranno accettati;

Le prove, da effettuare a temperatura ambiente su provini, costituiti secondo i casi, da tubi della lunghezza originale, da spezzoni di tubo, si possono dividere nei seguenti due tipi:

8.1 PROVE DISTRUTTIVE

Tali prove si intendono come prove di qualificazione e di verifica del calcolo, vanno quindi eseguite all'inizio della fornitura su tubi di diametro e caratteristiche eguali a quelle della tubazione in collaudo, **a meno della prova di fessurazione e di tenuta del giunto, che saranno eseguite su tubi anche di diametro differente, ma di caratteristiche tali da permettere un agevole e sicura estrapolazione ai diametri effettivi, nel caso di diametri diversi da quelli ISO o maggiori di 800 mm.**

Le prove distruttive comprendono:

8.1.1 Prova di fessurazione e/o rottura per pressione interna:

Verrà eseguita secondo ASTM D 1599 a meno della termostatazione. Il campione dovrà essere portato ad una pressione pari a **4*PN per una durata temporale pari a 5 minuti**, senza che si manifestino perdite. Dopo di ciò il campione sarà smontato per verificare visivamente che non si sia avuta fessurazione nel "liner" interno. Le caratteristiche meccaniche possono essere determinate anche mediante trazione su provette circonferenziali ricavate dalla parete del tubo per diametri superiori ad 800mm, avendo dimostrato che l' allungamento del liner supera quello dichiarato nel calcolo statico della tubazione.

8.1.2 Prova di schiacciamento fra piatti paralleli:

Verrà eseguita secondo EN 1228 a meno della termostatazione. Dalla prova si ricaverà l'indice di rigidità trasversale e la deflessione a cui avviene la lesione (rottura). L'indice di rigidità trasversale R_g verrà determinato sottoponendo il campione al 3% di deflessione.

$R_g = EI/D^3$ **N.B.:** Il campione scelto per la prova dovrà avere la seguente tolleranza sullo spessore dichiarato:

- in meno : 5%
- in più : 20%

8.1.3 Percentuale di vetro, inerte siliceo e resina isoftalico presente nel manufatto

Verrà eseguita sui campioni tratti dai provini delle prove precedenti 8.1.2. secondo ASTM D 2584. La prova dovrà essere effettuata distintamente fra i vari strati componenti la parete del tubo. Le prove eseguite secondo la norma ASTM citata forniscono la percentuale in peso di resina e di vetro. La prova risulterà accettata se la percentuale di fibra di vetro e resina sarà tale da non essere inferiore al 50% rispetto al peso totale, con tolleranza di +/- 3%.

8.2 PROVE NON DISTRUTTIVE

8.2.1 Controllo delle materie prime

-Resine

Nello stabilimento di fabbricazione dei tubi dovrà provvedersi con apposite prove sistematiche al controllo delle seguenti caratteristiche di ogni partita di resina approvvigionata:

- Viscosità (ASTM D 2393)
- Tempo di gelo a 25° (ASTM D 2471)
- Delta gelo-picco esotermico (ASTM D 2471)
- Temperatura picco esotermico (ASTM D 2471)
- Durezza Barcol (ASTM D 2583).

I valori ottenuti dovranno rientrare nelle tolleranze previste nelle schede tecniche che il fornitore che il fornitore della resina dovrà inviare al produttore di tubi.

In tali schede dovrà inoltre essere chiaramente indicato il tipo di resina e il nome commerciale.

-Fibre di vetro

Nello stabilimento di fabbricazione delle tubazioni si deve provvedere sistematicamente, per ogni partita di fibre di vetro approvvigionata, all'ispezione visiva, al controllo dell'umidità (ISO3344, ASTM D2564) e del peso (ISO 3374).

8.2.2 Esame visivo

Mirerà ad accertare che il "liner" interno abbia superficie liscia ed uniforme, e sia esente da fibre di vetro scoperte, cricche, inclusioni di corpi estranei, bolle d'aria, crateri e la rispondenza a quanto previsto al punto 4.

8.2.3 Controllo dimensionale

***Diametri**

Il diametro interno sarà ricavato come media di N°4 misure di diametro effettuate a 45° circa tra di loro, con tubo posato su un piano orizzontale e in posizione fissa durante l'esecuzione dei rilievi.

Essendo d1, d2, d3, d4, i valori rilevati, la misura del diametro è data da:

$$D = (d1+d2+d3+d4)/4$$

Lo strumento usato per i rilievi dovrà avere precisione pari almeno 1/4 della tolleranza prescritta.

***Spessori**

La misura dello spessore di un tubo o di parte di esso è la media di N°5 punti diversi scelti a giudizio del collaudatore, fuori dalle zone a spessore variato per esigenze di montaggio e di altre necessità.

Gli spessori saranno misurati con qualsiasi strumento capace delle seguenti precisioni:

- Per spessori fino a 10 mm inclusi $\pm 0,2$ mm
- Per spessori oltre i 10 mm $\pm 0,3$ mm

Se si utilizzano comparatori, questi dovranno avere le punte con raggio di curvatura $R > 12,5$ mm.

Si controllerà la rispondenza del diametro interno e dello spessore, dichiarato dal costruttore.

- Tolleranze sul diametro : $\pm 1\%$ del DN
- Tolleranze sullo spessore : -5% del dichiarato

8.2.4 Controllo polimerizzazione

Verrà effettuato sui campioni sottoposti alle prove distruttive, in particolare saranno presi campioni sui quali è stata svolta la prova a schiacciamento di cui al paragrafo 8.1.2 La prova sarà eseguita mediante D.S.C. (Differential Scanner Calorimeter) secondo procedura riportata dalla ISO 11357 – 5.

L'accettazione di tale prova avverrà per gradi di polimerizzazione del monomero di partenza (stirene) **superiore al 92%.**

8.2.5 Tenuta idraulica

La prova sarà eseguita a temperatura ambiente ed a pressione pari a $1,5 \cdot P_N$, su tubazione sostenuta come previsto dalle condizioni reali di posa secondo ASTM D1599.

La procedura sarà la seguente:

- si monta il provino sull'attrezzatura di prova
- si riempie il tubo di liquido curando di espellere l'aria.
- si porta il tubo alla pressione di prova con velocità di salita della pressione non maggiore di 1 bar/sec.
- si chiude la mandata della pompa e si attende per 5 minuti primi.
- si scarica la pressione.

La pressione dovrà essere letta su uno strumento avente precisione non maggiore del 2% del fondo scala e suddivisione tale da poter apprezzare la lettura di valori di pressione pari ad almeno 1/30 del fondo scala.

La prova è considerata valida e superata quando non si siano verificate lesioni o perdite di liquidi da qualsiasi parte, visibili ad occhio nudo.

8.2.6 Requisiti per la Qualifica del Fornitore di tubazioni in P.R.F.V.

Per consentire alla Direzione Lavori di ottemperare alle prescrizioni del D.M. del 12/12/85 ed alle successive istruzioni della Circolare Ministeriale LL.PP. del 20/3/86 n.27291, l'Impresa dovrà fornire apposita dichiarazione, firmata dal suo Legale Rappresentante, con l'indicazione a carattere vincolante del nome del produttore di tubazioni in P.R.F.V. previste in progetto.

A tale dichiarazione l'Impresa dovrà allegare la seguente documentazione preparata dal produttore prescelto per la fornitura delle tubazioni in P.R.F.V. :



Documentazione di almeno una referenza di fornitura, effettuata negli ultimi due anni, di caratteristiche pari o superiori a quanto previsto in appalto.



Indipendentemente dalle prove e collaudi previsti nel Capitolato, deve dimostrare di possedere un sistema di garanzia della qualità aziendale conforme alle norme UNI EN ISO 9001. Il sistema di qualità deve essere certificato da un organismo accreditato ai sensi della norma europea UNI CEI EN 45012.



Dichiarazione del produttore il quale attesti che la propria produzione di tubazioni e raccordi in PRFV è rispondente al presente capitolato. Il produttore si renderà disponibile ad eseguire i calcoli di verifiche statiche in accordo ad AWWA C950 M45 sia sulla base degli input di progetto, che successivamente sugli input che l'azienda renderà disponibili, qualora diversi dalle condizioni operative e di posa previste nel progetto.



Dichiarazione di avere fatturato, negli ultimi due esercizi, un importo annuo in tubazioni pari ad almeno il doppio dell'importo in appalto;

9 PEZZI SPECIALI

I pezzi speciali (curve, diramazioni, raccordi, ecc.) in PRFV, dovranno assicurare le stesse prestazioni garantite dal tubo.

La configurazione geometrica dei pezzi speciali corrisponderà: per gli spessori ai calcoli di dimensionamento, per i diametri di estremità a quelli dei tubi di corrispondente diametro nominale.

I giunti saranno i medesimi dei tubi e/o con saldature di testa.

10 MODALITA' DI POSA IN OPERA PER TUBAZIONI INTERRATE

Quanto segue è da considerarsi come estratto generale e buona norma di lavoro.

Le specifiche di dettaglio saranno fornite dalla Committenza, su suggerimento del fornitore.

10.1 COSTRUZIONE DELLA TRINCEA

10.1.1 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.

10.1.2 Sottoscavo

In corrispondenza di terreni "mobili", organici, o con variazioni di consistenza in funzione dell'umidità presente, la D.L. prescriverà un ulteriore scavo ed una zona di sostegno.

Qualsiasi situazione analoga sarà valutata caso per caso nel corso delle opere di scavo, in modo da determinare l'estensione del sottoscavo ed il tipo di materiale da utilizzare come sostegno, che sarà compatto secondo quanto previsto nel punto 10.2.2.

10.1.3 Acque di infiltrazione

Dove esisteranno condizioni di infiltrazione di acqua, sia straordinarie che correnti, sul fondo della trincea, tali da rendere lo stesso fondo pericolosamente "mobile", quest'acqua sarà rimossa in modo conveniente da appositi punti drenanti fino alla fine dell'installazione e del riempimento della trincea, quanto basti a prevenire flottazioni delle tubazioni durante la posa delle stesse.

10.1.4 Nicchie sottostanti i giunti

Nel caso di tubazioni giuntate nello scavo, dovranno essere eseguite al di sotto delle giunzioni 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.

10.1.5 Larghezza della trincea

La larghezza della trincea dovrà essere quella necessaria a garantire il modulo di reazione del terreno assunto nei calcoli di verifica all'interramento e comunque dovrà permettere la connessione dei tubi nello scavo e la compattazione del riempimento ai lati della tubazione.

Ai soli fili contabili la larghezza della trincea è quella indicata convenzionalmente, per i vari diametri, nel Capitolato Speciale d'Appalto.

10.1.6 Profondità della trincea

Sarà quella risultante dalla quota di fondo tubo, risultante dai disegni di progetto, aumentata dello spessore di 20 cm del letto di posa.

10.2 PROCEDURA DI MESSA IN OPERA

Ultimato lo scavo si procederà alla sistemazione del fondo scavo mediante la formazione del letto di posa.

Tale letto di posa dovrà essere formato con materiale granulare (ghiaia, ghiaietto, ecc.).

Le stesse caratteristiche dovrà avere il materiale utilizzato per il rinfianco ed il ricoprimento fino a 20cm sopra la generatrice superiore dei tubi.

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.

Una volta installato nella trincea il tubo potrà essere deflesso nella giunzione fino alla massima angolazione consentita dalle specifiche relative alle caratteristiche delle giunzioni.

Dove sono prevedibili assestamenti differenziati 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 del taglio generato dal cedimento stesso.

A tal fine si potrà provvedere all'inserzione di una idonea protezione in gomma tra tubo e blocco ed a sagomare e rinforzare opportunamente il letto di posa nella zona interessata.

Il tubo sarà adagiato nella trincea, così che questa lo sostenga uniformemente per la sua intera lunghezza.

10.2.1 Procedura di rinterro

Attenzione dovrà essere posta nel compattare il materiale lungo i fianchi della tubazione.

La zona di riempimenti primaria compatta (al 90% Proctor Standart), sarà situata fino ad un livello minimo corrispondente al 70% del diametro del tubo.

Il materiale della zona di riempimento secondaria sarà normalmente compatto (85% del Proctor Standart) fino a 20 cm al di sopra della generatrice superiore dei tubi.

L'intera zona di riempimento dovrà essere omogeneamente, da entrambi i lati del tubo, ripulita da sassi, con diametri maggiori di 20 mm fino a una distanza minima di 20 cm dalla superficie della tubazione.

Il raggiungimento della richiesta densità verrà verificato, in relazione al tipo di ghiaia e al mezzo di compattazione prescelto, che alle modalità da seguire, mediante un'apposita prova di compattazione su un tratto di prova, da eseguirsi prima dell'inizio della posa in opera della tubazione e per mezzo di misurazioni sulla densità relativa del letto e rinfiando eseguite in corso d'opera.

Rispettando le prescrizioni si dovrà riscontrare una ovalizzazione (diminuzione del diametro verticale) del tubo posato, non maggiore del 3% (ovalizzazione a breve termine).

In caso contrario andranno verificate le ipotesi di progetto e le modalità di posa.

La restante parte di rinterro potrà essere eseguita riportando in modo approssimativamente uniforme strati di materiali così da riempire completamente la trincea senza lasciare vuoti.

La D.L. negli attraversamenti di strade dovrà prescrivere che il riempimento sopra la tubazione fino alla superficie libera venga anch'esso compattato secondo quanto riportato nel punto 10.2 oppure che la tubazione venga protetta con idonei provvedimenti.

10.2.2 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.

Se si utilizzano sistemi a saturazione, si dovrà porre cura ad evitare fenomeni di galleggiamento della condotta.

10.2.3 Controllo qualitativo della compattazione

Per assicurare rispondenza con le prescrizioni del progetto, la D.L. eseguirà periodicamente la verifica delle modalità di posa e le misurazioni dell'ovalizzazione della tubazione installata.

10.2.4 Protezioni

Durante la fase di rinterro dovrà essere posta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, da colpi diretti o provenienti dal macchinario utilizzato per la compattazione o da tutte quelle 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 fino a che non ci sia un sufficiente riempimento, tale da assicurare una adeguata protezione contro i possibili effetti dannosi che questi macchinari potrebbero esercitare sui tubi.

11 PROVA DI PRESSIONE IN OPERA

Ultimata la posa, la costruzione degli eventuali blocchi di ancoraggio, e il rinterro completo del tratto di condotta da provare, con esclusione delle giunzioni, si procederà alla prova di pressatura idraulica in opera.

La prova di pressione in opera della tubazione verrà fatta per tratte lunghe normalmente intorno a 500-1000m.

Nel punto più depresso della tratta verrà applicato un manometro idoneo alla lettura della mezza atm (0,5bar).

La pressione verrà applicata gradualmente fino a raggiungere la pressione prevista nella norma EN 805 e mantenuta per un tempo necessario per il controllo delle giunzioni .

La prova sarà ritenuta positiva se al termine del periodo di collaudo il valore della pressione si sarà mantenuto costante, accettandosi solamente dopo un breve iniziale periodo un ulteriore pompaggio, per compensarne una leggera diminuzione, dovuta sostanzialmente all'elasticità del materiale (effetto Poisson), agli spostamenti di assestamento e ad eventuali perdite controllate ammesse per l'intervallo di tempo considerato, tutti fattori che possono determinare la necessità di un ripristino della pressione di collaudo sui valori iniziali. Dovrà altresì essere presa in considerazione l'eventuale presenza di aria in condotta che non è stata evacuata per mancanza di sfiati o altro.

"APPENDICE A"

A.1 CONDIZIONI NORMALI DI IMPIEGO

Le condizioni "normali" di impiego per le tubazioni in PRFV della serie tipo sono le seguenti:

- Posa in trincea stretta scavata in terreni in posto.
- Buona stabilità dei terreni attraversati dal tracciato (vedi Par,A.3)
- Profondità di posa, misurata dalla generatrice superiore del tubo alla superficie del piano di campagna, compresa tra m 0,8 e m 4,0. Ricoprimenti diversi dovranno essere preventivamente concordati con il produttore, al fine di poter eseguire le apposite verifiche statiche in accordo a AWWA M45
- Presenza di un sovraccarico accidentale massimo pari a 9000Kg per singola ruota sul piano di campagna.
- Appoggio continuo sotto i tubi con letto e rinfiando di materiale sciolto ben costipato, secondo quanto specificato al precedente par.10.

A.2 MODALITA' DI CALCOLO DI TUBI DELLE SERIE TIPO

I tubi delle serie tipo sono stati calcolati seguendo la norma AWWA C.950.

Sono stati utilizzati i seguenti valori delle costanti:

- $K_x = 0,103$ coefficiente di deflessione
- $K_b = 0,189$ coefficiente di momento
- $D_1 = 1,500$ coefficiente di ritardo

Per quanto riguarda il modulo di reazione elastico del terreno E' , si è adottato un valore di 32 Kg/cm² (valore tangente) corrispondente a terreni di buona stabilità (vedi par A.3) mediamente compatti (tra 85% e 90% Proctor).

Con le ipotesi di calcolo sopra menzionate sono state determinate le caratteristiche dei tubi delle serie tipo.

A.3 TIPIZZAZIONE DEI TERRENI

Per comodità si riporta di seguito la tipizzazione dei terreni considerati di buona stabilità nelle condizioni "normali" di impiego, dello standard AWWA C.950 (che riprende la ASTM D 2487).

A.3.1 Suoli a grana fine con limite liquido $\leq 50\%$

Appartengono a questo gruppo i seguenti tipi di terreno con capacità media o nulla:

- Argille inorganiche (CL)
- Limo inorganico sabbioso, con o senza ghiaia (ML)
- Argille inorganiche con limo sabbioso o ghiaioso (CL-ML).

Tali suoli dovranno avere più del 25% di particelle a grana grossa.

A.3.2 Suoli a grana grossolana che contengono fini (Max 12%)

Appartengono a questo gruppo i seguenti tipi di terreno:

- Ghiaie limose, con o senza sabbia (GM);
- Ghiaie argillose, con o senza sabbia (GC);
- Sabbie limose, con o senza ghiaia (SM);
- Sabbie argillose, con o senza ghiaia (SC);
- Eventuali mescolanze dei terreni sopra citati.

NOTA: I terreni di cui al par.A.3.1. raggiungono il grado di compattazione richiesto di 85/95% Proctor con l'applicazione di considerevoli energie di costipamento e con un accurato controllo del loro grado di umidità.

Quindi, mentre sono accettabili come terreni "in sito", sono da evitarsi come terreni riempimento primario. Per questo uso si dovranno preferire terreni di cui al par.A.3.2.