

CONSORZIO GENERALE DI BONIFICA DEL BACINO INFERIORE DEL VOLTURNO

VIA ROMA, 80 - CASERTA

“Compensorio irriguo in sx Regi Lagni ~Lavori di costruzione della rete di adduzione primaria, secondaria e terziaria per il completamento dell’impianto irriguo in sinistra Regi Lagni”

PROGETTO ESECUTIVO I Lotto 2° Stralcio ~ Sub Compensorio Alto II Lotto ~ Sub Compensorio Medio

ALLEGATO M.1	Disciplinare descrittivo e presentazione delle tubazioni
-------------------------	--

IL PROGETTISTA: Dott.Ing. Massimiliano Capezzuto	IL R.U.P.: Dott.Ing. Camillo Mastracchio
IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE: Geom. Giuseppe Conte Geom. Francesco Piccirillo P.I. Antonio D’Aiello	

Rev.	Data		Cod.
0	Novembre 2014	Emissione	P.E. 05-2014

TUBAZIONI IN PRFV

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

Nella presente parte del disciplinare vengono 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, per pressioni di esercizio non superiori alla pressione nominale (PN), prodotte per avvolgimento di fili (*filament winding*), da utilizzare per acquedotti, irrigazione e fognature.

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)

2. 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 termoisolanti 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.).

2.1 RESINE

2.1.1 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.

2.1.2 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.

2.2 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%.

2.3 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.

2.4 ACCELERANTI, CATALIZZATORI, INDURITORI, INIBITORI

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

2.5 INERTI SILICEI

Gli inerti silicei dovranno avere un fuso granulometrico compreso tra 0,3 e 1.0 mm ed avere un contenuto di SiO_2 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.

3. 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.

3.1 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/m^2 , 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 0,80 mm.

Spessori superiori saranno una specifica richiesta da parte della stazione.

3.2 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 60° , 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.

Possano essere presenti in questo strato materiali inerti in sostituzione di parte delle fibre di vetro, al fine di aumentare la rigidità della tubazione.

3.3 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.

Di seguito sono riportate le caratteristiche delle tubazioni oggetto del presente lavoro:

Diametro Nominale	mm	DN 500	DN 600	DN 800	DN 900
Pressione Nominale	bar	10,00	10,00	10,00	10,00
Pressione Assiale	bar	4,00	4,00	4,00	4,00
Spessore tubo	mm	9,5	11,0	13,0	15,0
Peso tubo	Kg/m	24,8	31,50	59,16	75,0
Lunghezza totale barra	m	12,00	12,00	12,00	12,00
Lunghezza utile barra	m	11,760	11,740	11,740	11,740
Temperatura progetto	°C	65°	65°	65°	65°
Rigidità trasversale nominale	N/m ²	5.000	5.000	5.000	5.000
Tipo di giunto		Maschio/bicchiere con doppio O-ring e nipplo di prova	Maschio/bicchiere con doppio O-ring e nipplo di prova	Maschio/bicchiere con doppio O-ring e nipplo di prova	Maschio/bicchieri con doppio O-ring e nipplo di prova
Spessore liner	mm	0,85	0,85	0,85	0,85
Spessore strato meccanico	mm	6,25	7,25	10,25	11,95
Spessore Gel Coat	mm	0,2	0,2	0,2	0,2
Tipo di resina		Poliestere	Poliestere	Poliestere	Poliestere

Modulo Circonferenzial e a trazione su spessore totale	MPa	12.720,00	13.302,00	15.492,00	16.223,00
Modulo Circonferenzial e a flessione su spessore totale	MPa	18.422,00	19.654,00	22.294,00	24180,00
Carico trazione ammissibile	Ton	7,00	7,00	13,00	14,00
Modulo assiale a trazione	MPa	3.970,0	3.580,00	3.123,00	2430,00
Composizione resina/vetro/sa bbia strato meccanico	%	30,20/33,30/3 6,50	28,40/33,55/3 8,05	23,32/34,61/4 2,06	26,50/32,42/4 1,08

4. 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 CEN/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 CEN/TS 14632: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione o non – Materie plastiche termoidurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) – Guida per la valutazione della conformità;
- UNIO CEN/TS 14807: Sistemi di tubazioni di materia plastica-Materie plastiche termoidurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) – Guida per l'analisi strutturale delle tubazioni interrate di PRFV - UP
- 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 Dimensional 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 una depressione massima relativa di 0,5 bar anche se le condizioni di progetto non prevedono il funzionamento in depressione e si tratti di tubazione lunga comprendente apparecchiature automatiche di rientro d'aria.

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: debbono essere esclusi dalla fornitura.

4.1 CLASSI DI PRESSIONE

Riguardo alla normalizzazione internazionale preferibilmente, ma non necessariamente, sono usate le pressioni nominali seguenti 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.

4.2 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	$500 < R_g \leq 1250$
Classe 3	$1250 < R_g \leq 2500$

Classe 4	$2500 < R_g \leq 5000$
Classe 5	$5000 < R_g \leq 10000$

La classe di rigidità 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 interrato, verranno escluse le classi 1 e 2.

4.3 ALTRE PROPRIETA' MECCANICHE

Dovranno essere soddisfatte le seguenti caratteristiche meccaniche:

4.3.1 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%**.

4.3.2 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.

4.3.3 Resistenza a temperature diverse

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

4.3.4 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.

4.3.5 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.

5. GIUNTI

I tubi oggetto di questo capitolato saranno collegati con giunti di tipo a bicchiere ed a flangia.

5.1 GIUNTO A BICCHIERE CON DOPPIO O-RING

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

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.

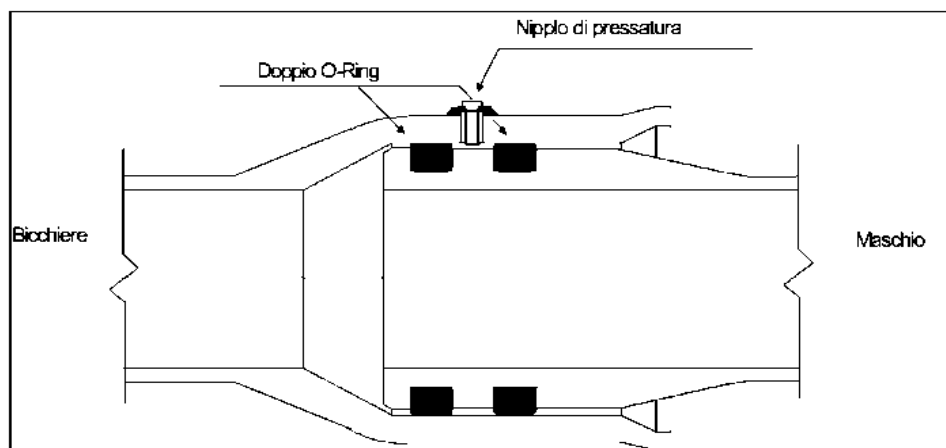
Le sedi per le guarnizioni di tenuta sono ricavate in sovrasspessore sull'altra estremità della barra, senza intaccare lo strato meccanico resistente del tubo.

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

Per diametri superiori al DN 300 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.

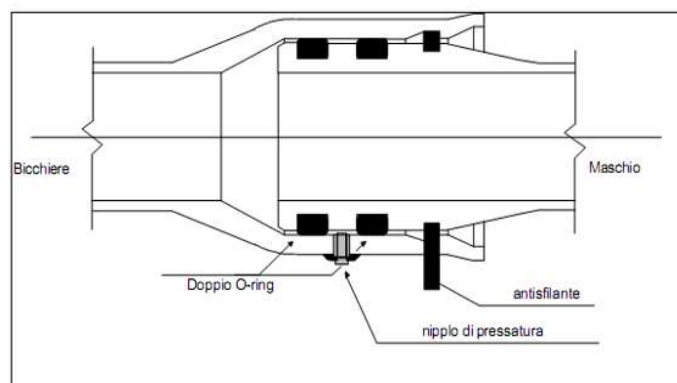


Il giunto con doppio o-ring consente una deviazione angolare; la tabella raccoglie i valori massimi raccomandati in accordo a EN 1796:

Diametro nominale (mm)	Deviazione angolare (gradi)
< 500	3
≥ 500 a < 900	2
≥ 900 a < 1800	1
> 1800	0,5

5.2 GIUNTO A BICCHIERE CON DOPPIO O-RING E DISPOSITIVO ANTISFILANTE:

Il giunto è a bicchiere con doppio O-ring e dispositivo antisfilante, il quale viene inserito attraverso il bicchiere nella cava. 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.



5.3 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.

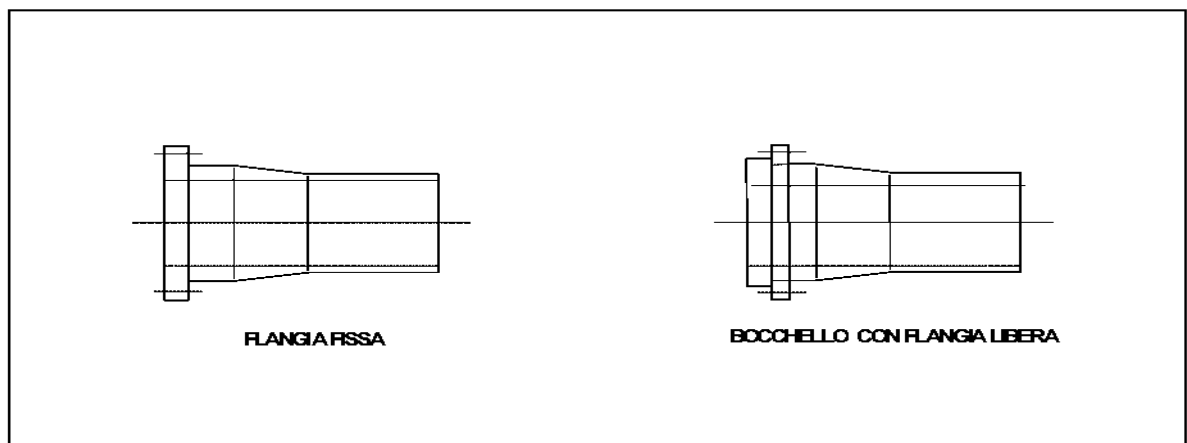
Il giunto a flangia è di natura rigida e deve assicurare una resistenza almeno pari a quella degli elementi collegati.

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.



5.4 GIUNTI A SALDARE

Questo giunto consiste nella polimerizzazione di mat e stuoie di 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;

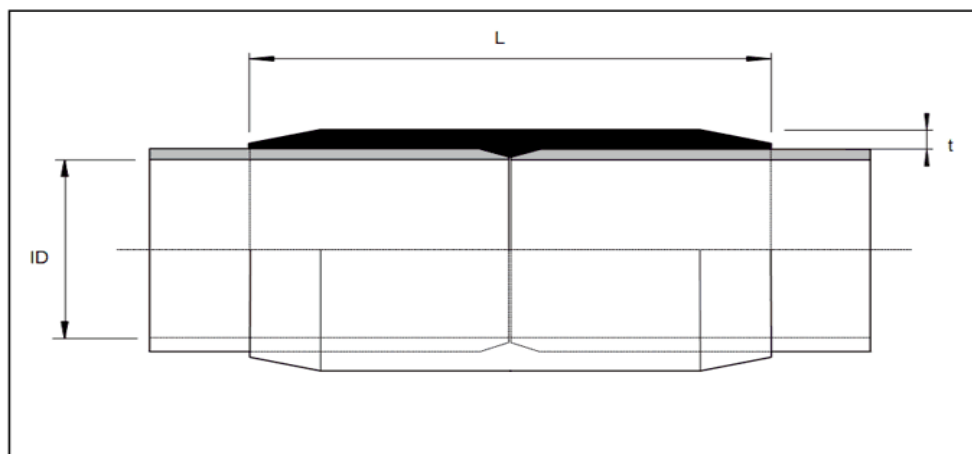
P è la pressione di progetto espressa in MPa;

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



6. 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

7. 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:

7.1 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 800mm.

Le prove distruttive comprendono:

7.1.1 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.

7.1.2 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%

La verifica della rigidità trasversale verrà effettuata andando ad imporre una forza tale da generare una deflessione pari al 3,00% del diametro iniziale.

7.1.3 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 % di fibra di vetro e resina sarà tale da non essere inferiore al 20% con tolleranza di +/- 3% di errore.

7.2 PROVE NON DISTRUTTIVE

7.2.1 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).

7.2.2 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.

7.2.3 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 +/- 0,2 mm

- Per spessori oltre i 10 mm +/- 0,3 mm

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

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

- Tolleranze sul diametro : +/- 1% del DN

- Tolleranze sullo spessore : -5% del dichiarato

7.2.4 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%.

7.2.5 Tenuta idraulica

La prova sarà eseguita a temperatura ambiente ed a pressione pari a 1,5*PN, 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.

7.2.6 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. :

1. Documentazione di almeno una referenza di fornitura, effettuata negli ultimi due anni, di caratteristiche pari o superiori a quanto previsto in appalto.
2. 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.
3. Dichiarazione del produttore che attesti che l'azienda acquista le materie prime da fornitori qualificati, che siano in possesso di certificazione ISO 9001, allegando i certificati dei fornitori, rilasciati da enti abilitati alla loro emissione.
4. Dichiarazione del produttore il quale attesti che la propria produzione di tubazioni e raccordi in PRFV è rispondente al presente capitolato.
5. Dichiarazione di avere fatturato, negli ultimi due esercizi, un importo annuo in tubazioni pari ad almeno il doppio dell'importo in appalto.

6. Dichiarazione che attesti che l'azienda produttrice dei tubi sia in regola con il versamento dei contributi previdenziali.
7. Deve esibire la documentazione, certificata da un organismo riconosciuto a livello europeo, relativa alle prove a lungo termine, eseguite in accordo alla norma ASTM D2992 - Standard Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings" Proc. "B", relativa ai valori ammissibili di sollecitazione e deformazione.

8. 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.

9. MODALITA' DI POSA IN OPERA PER TUBAZIONI INTERRATE

9.1 COSTRUZIONE DELLA TRINCEA

9.1.1 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.

9.1.2 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.

9.1.3 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.

9.1.4 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.

9.1.5 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.

9.1.6 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.

9.2 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 rinfiacco 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.

9.2.1 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 50 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.

9.2.2 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.

9.2.3 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.

9.2.4 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.

10. 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 1 e m 3.
- 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.

- Massima depressione interna pari a 0,5 bar

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

- $D1 = 1,500$ coefficiente di ritardo

Per quanto riguarda il modulo di reazione elastico del terreno E' , si è adottato un valore di 35 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.

TUBAZIONI IN PVC

11. PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEL MATERIALE

11.1 OGGETTO

Tubazioni in PVC-U (policloruro di vinile non plastificato) destinate al convogliamento ed alla distribuzione di acqua potabile e fluidi alimentari, e per impianti irrigui ed industriali, prodotti secondo la norma UNI EN 1452-2 e conformi al D.M. del 21/03/1973 (fluidi alimentari) e D.M. del 06/05/2004 riguardante il "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" (determinazione della Migrazione Globale e specifica), nonché ai requisiti della norma UNI EN 1622 "Analisi dell'acqua - Determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN)".

11.2 MATERIA PRIMA

La miscela (Blend) deve essere costituita principalmente da PVC vergine con la sola aggiunta di fluidificanti, stabilizzanti al Calcio Zinco assolutamente atossici (deve essere garantita l'assoluta assenza di sali di Piombo), cariche inerti, di colore RAL 7011 ed altri additivi nelle quantità strettamente necessarie a coadiuvare l'estrusione delle tubazioni, garantendo in ogni caso la stabilità delle caratteristiche del polimero e le sue proprietà, sia in fase di lavorazione, sia durante la vita utile del manufatto così come definito dalla EN 1452-1.

La miscela impiegata deve possedere documentazione, da parte di laboratorio riconosciuto, attestante il valore di MRS (Minimum Required Strength) ≥ 25 MPa a 50 anni.

Non è ammesso l'utilizzo di:

- plastificanti e/o cariche minerali che possano diminuire le caratteristiche meccaniche ed igieniche del tubo;
- PVC proveniente dalla rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- l'impiego di materiale di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi e raccordi già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica;
- sostanze stabilizzanti a base di Piombo. *1.2.1 - Caratteristiche della polvere di PVC*

Caratteristiche	Requisiti
Valore K	65 ÷ 70
Peso specifico apparente	0,5 ÷ 0,6
Granulometria	> 250 μ m 5% max. < 63 μ m 5% max. < 1
VCM residuo (vinil cloruro monomero)	ppm (1mg/kg max.)

11.2.2 Caratteristiche della miscela (Blend) PVC-U

Le caratteristiche del Blend in forma di tubo, devono rispondere ai requisiti di UNI EN1452-1 e soddisfare la seguente tabella:

Caratteristiche	Requisiti
M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	≥ 25 MPa
Peso specifico	$1,39 \div 1,42$ g/cm ³
Carico unitario a snervamento	≥ 48 MPa
Allungamento a snervamento	$< 10\%$
Modulo di elasticità	> 3.000 MPa
Coeff. di dilatazione termica lineare	$60 \div 80$ mm/m°C
Conduttività termica	$0,13$ kcal/mh°C

11.3 - TUBAZIONI

Le tubazioni dovranno essere adatte al convogliamento di acque e di fluidi in pressione, anche di natura potabile, e saranno prodotte in conformità alle prescrizioni contenute nella norma EN 1452-2.

Le tubazioni saranno fornite in barre di lunghezza commerciale di sei metri e dovranno essere tappate alle estremità con appositi tappi che impediscano l'ingresso di corpi estranei nella tubazione stessa; il codolo maschio dovrà inoltre presentare un segno indelebile sull'intera circonferenza che ella fase di montaggio ne indichi il corretto accoppiamento.

La giunzione dovrà essere a bicchiere operante in sovrappressione e depressione del tipo power lock o similari, garantita da una guarnizione preinserita a caldo in fabbrica, durante la fase di formazione del bicchiere e, composta da un elemento di tenuta in elastomero EPDM rispondente alla norma UNI EN 681-1 accoppiato mediante costampaggio ad un anello di rinforzo in polipropilene fibrorinforzato, tale da risultare un corpo unico con la tubazione e assicurare la inamovibilità della guarnizione dalla sede.

Tutte le guarnizioni dovranno essere state precedentemente testate in laboratorio a 40 bar e poter permettere una deviazione angolare pari a 3°.

I tubi saranno forniti con documentazione del produttore relativa ai collaudi avvenuti in conformità al ENV 1452-7.

Il produttore di tubi deve inoltre documentare per ciascun tipo di guarnizione e per ciascuna classe di pressione (PN) presente nella fornitura, con specifici report di prova, l'avvenuto collaudo dei sistemi di giunzione su campioni facenti parte i lotti da consegnare, eseguito secondo:

- a) EN ISO 13844 Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U - Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;
- b) EN ISO 13845 Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-

U - Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.

Saranno preferite quelle tubazioni che oltre a soddisfare i requisiti minimi previsti della normativa UNI EN 1452, siano stati sottoposti alle seguenti prove:

- I tubi dovranno essere sottoposti a prove di trazione secondo la EN 638 e i campioni dovranno essere ricavati da apposita strumentazione computerizzata per rendere attendibili ed efficaci le prove stesse.
- Le prove relative ai ritiri Longitudinali dovranno essere effettuate in liquido a 150 °C e non in aria.
- Le resistenze a pressione, oltre a quelle previste dalla UNI EN 1452, dovranno essere effettuate a 60 °C per una durata di almeno 10 ore
- I tubi dovranno avere formulazione certificata da parte terza con un Attestato di Conformità sanitaria.

La Direzione Lavori a suo insindacabile giudizio, effettuerà presso i laboratori del produttore di tubi, le stesse prove su di un quantitativo minimo di due campioni per ciascun tipo di guarnizione e per ciascuna classe di pressione (PN) presente nella fornitura. L'esito positivo di tali prove sarà posto come condizione essenziale per l'accettazione dei materiali prima della fornitura in cantiere.

11.3.1 - Caratteristiche meccaniche - fisiche

Le caratteristiche dei tubi devono rispondere ai requisiti di UNI EN1452-2 e soddisfare la seguente tabella:

Caratteristiche	Requisiti		Metodi di prova
Resistenza all'urto	T = 0°C - TIR < 10% Conformi al prospetto 6 di UNI EN 1452-2		UNI EN 744
Resistenza alla pressione intera	Nessun cedimento durante la prova 20 °C / 1 h / sigma= 42 Mpa 20 °C / 1 h / sigma= 35 MPa		UNI EN 921
Temperatura di rammollimento Vicat(VST)	≥ 80 °C	Conformi alla UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	Massimo 5%	Temperatura di prova (150±2) °C	UNI EN 743
		Periodo di prova per: e ≤ 8 mm e > 8 mm	30 min 15 min Metodo A: bagno liquido
		Oppure	

		temperatura di prova Periodo di prova per: $e \leq 8 \text{ mm}$ $< e \leq 16 \text{ mm}$ e $> 16 \text{ mm}$	$(150 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 60 min 120 min 240 min	UNI EN 743 Metodo B: in aria
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura del bagno: Tempo di immersione: Spessore minimo di parete	$(15 \pm 1) ^\circ\text{C}$ 30 min 1,5 mm	UNI EN 580

11.3.2 - Controlli sulla materia prima

La materia prima dovrà pervenire da primarie società a loro volta certificate secondo la norma UNI EN ISO 9001 e dovrà essere certificata e sottoposta ai seguenti controlli di seguito specificati nel laboratorio interno del produttore di tubi.

Prove effettuate nel laboratorio del produttore di tubi		
---	--	--

Tipi di prova	Frequenza	Unità di misura
Scorrevolezza o indice di viscosità	Su tutte le forniture	Ml/g
Densità apparente	Su tutte le forniture	G/cc
Granulometria - Volatili - Residui 250 microns - Residui 63 microns	Su tutte le forniture	% % %
Stabilità termica - CVM residuo	A campione	Ppm

11.3.3 - Controlli in fase di produzione

Vengono effettuati dal produttore del tubo sulle/a linee di estrusione i seguenti controlli di seguito specificati.

Controlli in fase di estrusione

Controlli di produzione sulla linea di	Frequenza
Diametro medio	Ogni 4 ore

Spessore	Ogni 4 ore e/o in modo continuo
Ovalizzazione	Ogni 4 ore

11.3.4 - Controlli di post-produzione

Tali controlli vengono effettuati nel laboratorio interno del produttore di tubi con personale addestrato e riguardano tutte le caratteristiche della norma UNI EN 1452-2 della quale se ne riportano alcune così definite:

N° Ord.	Prova
1	Esame dell'aspetto
2	Tolleranze: sul diametro esterno medio sul diametro esterno qualunque sulla spessore sulla lunghezza
3	Tenuta idraulica dei giunti alla pressione interna
4	Assorbimento d'acqua
5	Tensioni interne
6	Resistenza alla pressione interna: per 1 ora a 20°C con carico unitario circonferenziale pari a 42,0 Mpa per 100 ore a 20°C con carico unitario circonferenziale pari a 35,0 Mpa per 1000 ore a 20°C con
7	Temperatura di rammollimento Vicat (VST)
8	Resistenza all'acetone

11.4 GUARNIZIONI E GIUNZIONI A BICCHIERE

La guarnizione è labbriforme e sarà preinserita a caldo durante la fase di costruzione del bicchiere, divenendo anch'essa unitamente al mandrino parte integrante del processo di formazione del giunto che porterà alla definizione della sede in cui troverà naturale alloggio. Il sistema di giunzione integrato dovrà consentire la perfetta tenuta idraulica sia in presenza di pressioni positive che in presenza di pressioni negative. La guarnizione perfettamente bloccata e solidale al bicchiere dovrà garantire la massima velocità di posa nella massima sicurezza, durante l'accoppiamento tra tubo e tubo, riducendo sensibilmente i tempi di assemblaggio ed evitando erniature accidentali durante la fase di compenetrazione dei giunti.

La guarnizione sarà composta da un elemento di tenuta in elastomero EPDM rispondente alla norma UNI EN 681-1 accoppiato mediante costampaggio ad un anello di rinforzo in polipropilene fibrorinforzato che ne garantirà la perfetta stabilità nella sede di tenuta. Ogni guarnizione dovrà essere stata precedentemente testata in laboratorio a 40 bar e poter permettere una deviazione angolare pari a 3° e rispondere ai requisiti di tenuta a pressioni positive e a pressioni negative con giunto deflesso e deformato secondo quanto riportato al punto precedente 3.

11.5 CERTIFICAZIONI DI QUALITÀ

I tubi dovranno essere inoltre prodotti da aziende operanti in regime di Sistema Qualità Aziendale conformi alla norma UNI EN ISO 9001 rilasciata secondo la UNI CEI EN 45012 da enti terzi o società riconosciuti accreditati Sincert.

Il produttore dei tubi deve essere in possesso di certificazione rilasciata da organismo indipendente, secondo UNI CEI EN 45011, relativa alla conformità del prodotto alla norma di riferimento UNI EN 1452 sull'intera gamma da fornire.

La certificazione del suddetto istituto dovrà essere prodotta in copia conforme per ogni diametro oggetto della fornitura, preventivamente alle operazioni di collaudo in stabilimento e dovrà risultare su ogni tubo mediante marchio impresso in modo indelebile.

La mancanza del requisito di certificazione di conformità alla norma da parte di uno dei suddetti istituti di certificazione indipendenti costituisce motivo di non accettazione della fornitura.

All'atto della fornitura deve essere documentato attraverso i relativi report di prova l'avvenuto controllo/collaudo dei requisiti richiesti ai punti precedenti della presente specifica.

11.6 DIRITTI ISPETTIVI DELL' APPALTANTE

L'Amministrazione Appaltante per il tramite della Direzione Lavori avrà la facoltà di esercitare nei confronti del produttore dei tubi, a sua esclusiva discrezione, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:

- a) Accesso in qualsiasi momento della produzione agli stabilimenti del produttore;
- b) Analisi chimico-fisiche, da effettuarsi da parte di laboratorio terzo indipendente qualificato (istituti universitari o altro) su campioni di tubo e/o di materia prima prelevati in qualsiasi momento della produzione, sia da tramoggia di estrusione, sia da sacchi, sia da silos o altri luoghi di stoccaggio del compound;
- c) Esecuzione, in presenza di due delegati dell'Amministrazione Appaltante, delle prove previste al precedente punto 3.3 per ogni diametro nella quantità e con le frequenze previste dalla norma tecnica di riferimento;
- d) Esecuzione, a discrezione della Direzione Lavori, delle prove previste al precedente punto 3.2, con tutti gli oneri a carico dell'Impresa appaltatrice, da parte dell'Istituto Italiano dei Plastici o altro istituto di certificazione indipendente su due tubi scelti dalla Direzione dei Lavori tra quelli sfilati a piè d'opera lungo i tracciati delle condotte.

Qualora sui due tubi suddetti, le prove eseguite dall'Istituto predetto dovessero dare esito negativo, le prove di cui al punto 3.3 verranno ripetute —sempre da parte dell'Istituto Italiano dei Plastici o da altro istituto di certificazione indipendente riconosciuto— su cinque tubi scelti dalla Direzione dei Lavori tra quelli sfilati a piè d'opera lungo i tracciati delle condotte.

Qualora le prove risultassero ancora negative, l'intera fornitura delle tubazioni verrà irrevocabilmente rifiutata.

Le spese relative ai controlli di cui ai punti precedenti (analisi chimico-fisiche, viaggi e soggiorni della dei delegati della Amministrazione appaltante in occasione delle verifiche in stabilimento) sono ad esclusivo carico dell'Impresa aggiudicataria.

Sono a carico dell'Impresa aggiudicataria pure le spesa e gli oneri di trasporto e di esecuzione delle prove e di produzione dei certificati di laboratorio delle prove di cui al punto d) precedente.

In caso di comprovata incapacità o inadeguatezza ad eseguire all'interno dello stabilimento di produzione le prove previste, sarà cura e onere dell'Impresa aggiudicataria provvedere alla esecuzione di dette prove presso idonei laboratori o istituti competenti.

Saranno inoltre a carico dell'Impresa aggiudicataria gli oneri derivanti dal ritiro di tutti i tubi già consegnati all'Amministrazione appaltante ma risultati non conformi a seguito degli esiti negativi delle prove previste.

In caso di non rispondenza delle forniture alle specifiche del presente disciplinare e a quanto dichiarato sulla marcatura del tubo, l'Amministrazione appaltante ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l'eventuale rifusione del danno come previsto dall'art. 1497 del Codice Civile.

11.7 MARCATURA MINIMA RICHIESTA

La marcatura minima su ogni metro di tubo sarà indelebile e riporterà i seguenti dati:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- numero della norma di sistema (UNI EN 1452)
- Marchio di Qualità del prodotto
- materia prima (PVC-U)
- diametro esterno del tubo X spessore;
- pressione nominale (PN) e SDR e/o serie (S...);
- giorno, mese, anno e turno di produzione;
- numero della linea di estrusione;
- numero lotto di produzione; numero turno di produzione;

La mancanza anche di una sola delle indicazioni sopra elencate costituisce motivo di non accettazione della fornitura.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al fornitore.

11.8 DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE

- Copia autenticata del certificato di Conformità alla norma UNI EN 1452 emesso da

Ente Certificatore di terza parte accreditato da un Ente appartenente all'unione Europea.

- Copia del Certificato di Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:2000, dello stabilimento/i di produzione del fornitore dei tubi e dei raccordi emesso da Ente Certificatore di terza parte accreditato da un Ente appartenente all'Unione Europea.
- Certificato di origine ovvero dichiarazione che i tubi ed i raccordi secondo le normative Ministeriali vigenti saranno fabbricati in stabilimenti ubicati nei Paesi dell'Unione Europea.
- Dichiarazione di Conformità alle Specifiche tecniche riportate nella descrizione della fornitura.
- Certificati di Collaudo secondo la norma ENV 1452-7 (unitamente alle consegne).

12 RACCORDI E PEZZI SPECIALI DI ALTRI MATERIALI: LORO COLLEGAMENTO CON I TUBI DI PVC

In genere il collegamento fra tubi a pressione di diverso materiale avviene a mezzo flange opportunamente predisposte, oppure a mezzo di raccordi di PVC o PVC e metallo con una derivazione filettata e l'altra per incollaggio.

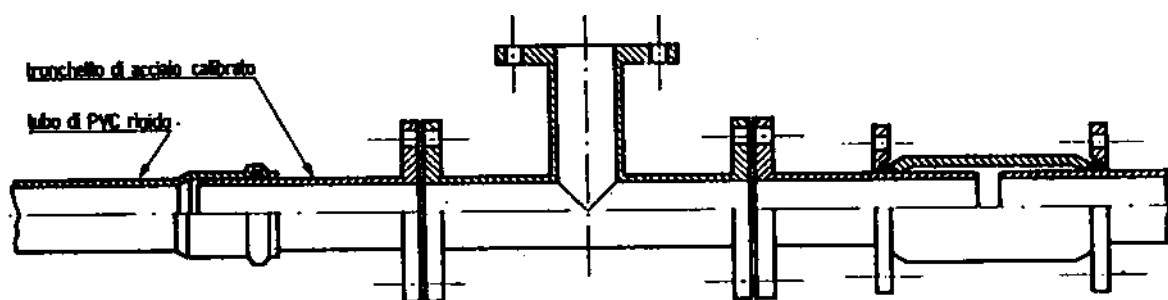


Fig. 2 - Tipo di collegamento dei tubi di PVC con pezzi speciali di altri materiali

Nel giunto di PVC confezionato con bicchiere con guarnizione elastomerica non può essere inserito un normale tubo di acciaio perché di diverse dimensioni. Ne consegue che per la costruzione di tronchetti adatti bisogna utilizzare tubi calibrati di acciaio senza saldatura (tubi di precisione) di cui alla norma UNI 2898-69, oppure calibrare opportunamente al tornio tubi di acciaio senza saldatura di cui alla norma UNI 4991-68, scegliendo in ogni caso i diametri adatti. Al tronchetto verrà poi saldata una flangia UNI 2223-67 avente dimensioni opportune, oppure una frangia cieca secondo UNI 6093-97 (vedi figura). Sarà così possibile "confezionare" un tronchetto di partenza adatto all'unione con saracinesche, idranti, sfiati, T, croci, ecc. a mezzo di flangia.

13 TRASPORTO ED ACCATASTAMENTO DEI TUBI E DEI RACCORDI DI PVC.

13.1 TRASPORTO

Le avvertenze per il trasporto non differiscono sostanzialmente da quelle praticate per analoghe tubazioni tradizionali. Di conseguenza nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari; se si usano cavi di acciaio i tubi devono essere protetti nella zona di contatto con essi. Si tenga presente che a basse temperature tutte le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con particolare cautela.

13.2 CARICO E SCARICO

Queste operazioni devono essere fatte con cura. I tubi non devono essere buttati nè fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

13.3 ACCATASTAMENTO

I tubi devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi. I tubi aventi un diametro superiore a 50 mm non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a 1,50 m per evitarne possibili deformazioni nel tempo. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti.

13.4 - RACCORDI E ACCESSORI

Questi pezzi sono 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.

14 PIANO DI POSA, COLLOCAMENTO IN OPERA E RINTERRO.

Come in genere per tutti gli altri tipi di tubazione, per le tubazioni di PVC il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile ed eseguito secondo le norme di cui al capitolo specifico (relativo al capitolato speciale di appalto che si riferisce agli scavi a sezione obbligata per la posa delle condotte) sarà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde il tubo possa appoggiarvisi in tutta la sua lunghezza. La larghezza dello scavo dovrà essere sufficiente per permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione. Inoltre la larghezza minima ammessa del fondo dello scavo dovrà essere uguale al diametro del tubo aumentato di 20 cm da ambo le parti. Prima della posa in opera del tubo sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente,

quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm e che non contenga pietruzze, sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 20 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore. Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

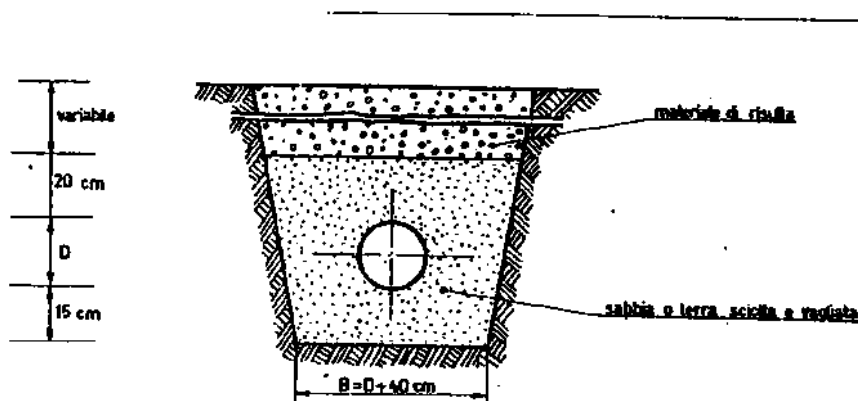


Fig. 3 - Trincea e relativa posa del tubo di PVC

14.1 COLLAUDO IN OPERA

La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico, e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc. La prova idraulica in opera dei tubi di PVC sarà effettuata su tratte di lunghezza fino a 1000 metri.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili. Ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi e dei giunti stessi sottoposti a pressione.

Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato pure il manometro. Si avrà la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc. onde consentire la completa fuoriuscita d'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un kgf/cm² al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio a 20 °C, PE - così come definita nel D.M. 12-12-1985.

Questa verrà mantenuta per circa 2 ore, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta. Ad esito positivo di questa prova si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di

prova idraulica. Questa ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio PE - in ogni caso, non inferiore a 10 atmosfere -, dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e dovrà rimanere costante per una durata di 4 ore.

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

15 CURVABILITA' E LAVORABILITA' DEI TUBI DI PVC

15.1 CURVABILITÀ

A temperatura non inferiore a 10 °C il tubo di PVC ha la possibilità di essere curvato a largo raggio. Per la determinazione delle frecce massime vanno tassativamente seguite le indicazioni del produttore.

15.2 LAVORABILITÀ

In caso di particolari necessità di cantiere, sfruttando la lavorabilità a caldo del PVC, potranno essere effettuate operazioni di bicchieratura e di curvatura. Dette operazioni devono essere eseguite sotto il controllo di tecnici specializzati.

16 ANCORAGGI

I giunti del tipo scorrevole con guarnizione elastomerica non possono reagire alla spinta dovuta alla pressione che viene esercitata nelle testate e nelle curve.

E' quindi necessario predisporre dei masselli di calcestruzzo allo scopo di distribuire detta spinta sulle pareti dello scavo.

Questi masselli devono rispondere alle formule qui sotto riportate.

La spinta ha il valore: $F = k p S$

dove:

$K = 1$ per le estremità e per i T a 90°

$K = 1,414$ per le curve a 90°

$K = 0,766$ per le curve a 45°

$p =$ pressione interna massima di prova in kgf/cm^2

$S =$ sezione interna del tubo in cm

$S =$ sezione della derivazione per i T ridotti in cm^2

$S =$ differenza delle sezioni per le riduzioni in cm^2

La reazione di spinta del terreno è data da: $B = K_1 H S_1$

Il coefficiente K_1 dipende dalla natura del terreno e vale:

circa 3000 kg/m^3 per sabbia argillosa

circa 5000 kg/m³ per terreni di media compattezza

circa 6000 kg/m³ per sabbia o ghiaia.

H = profondità di interramento commisurata rispetto all'asse mediano del tubo, in m

S1 = sezione di appoggio (L x h) in m², essendo L = larghezza del massello di ancoraggio, h = altezza del massello di ancoraggio.

Occorre che sia: $B \geq 1,5 F$

Le figure 4, 5 e 6 rappresentano le sezioni di ancoraggio per le curve a 45° e a 90° e la pianta di ancoraggio per la curva a 90°.

N.B. Per le curve a grande raggio ottenute per la flessibilità del tubo di PVC le spinte sono in generale assorbite dal materiale di riempimento (rinterro).

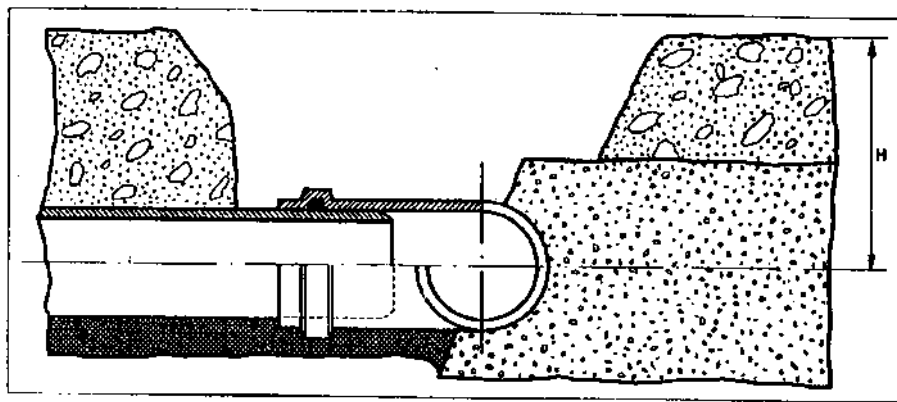


Fig. 4 - Sezione di ancoraggio per le curve 45° e a 90°

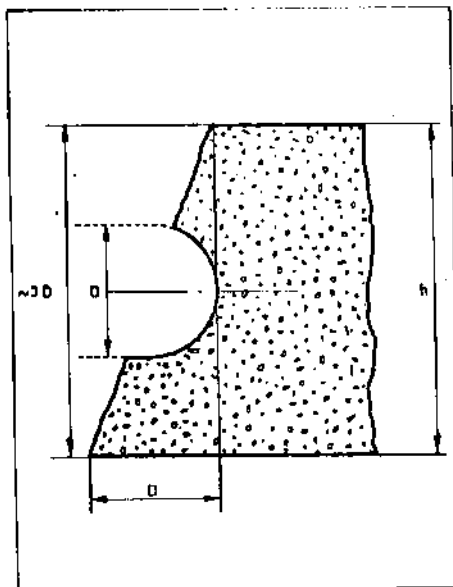


Fig. 5 - Sezione di ancoraggio per la curva a 90°

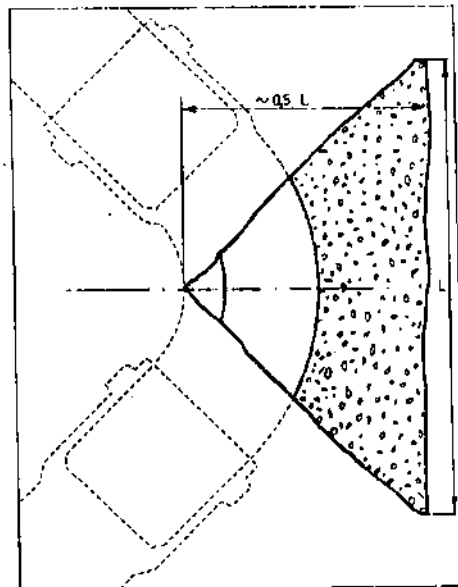


Fig. 6 - Pianta di ancoraggio per curve a 45° e a 90°

17 POZZETTI PER IL CONTENIMENTO DI APPARECCHIATURE

E' indispensabile che i tronchetti di acciaio calibrato a flangia fuoriescano dalla muratura.

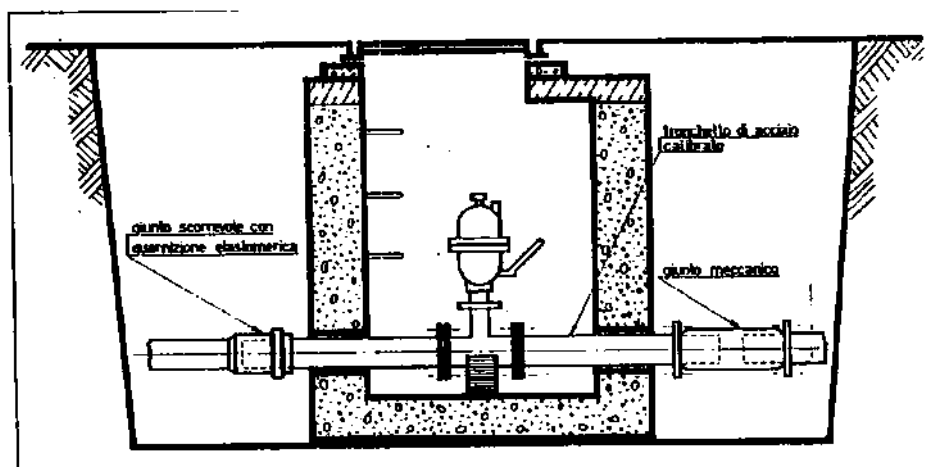


Fig. 7 - Pozzetto per il contenimento di apparecchiature

18 CONDOTTE SOSPENSE

Per le distanze fra gli appoggi si veda il prospetto I nel quale le distanze fra gli appoggi sono calcolate con la seguente formula:

$$L = 20 \sqrt{(x-y) t} s$$

dove:

L = distanza appoggi in cm

x = 23 a 20 °C

y = 0,2 a 20 °C

t = temperatura di esercizio °C, assunta uguale a 20 °C

s = spessore del tubo in mm

valida oltre che per l'acqua per i fluidi aventi peso specifico inferiore a 1,35.

L'appoggio deve essere realizzato a forma di culla e per un angolo di almeno 90°. La lunghezza della culla deve essere uguale al diametro del tubo.

Prospetto I: Distanza fra gli appoggi in cm per condotte di PVC rigido sospese, alla temperatura di 20 °C, nel convogliamento di acqua potabile.

D = diametro esterno del tubo in mm

PN = pressione nominale in kgf/cm²a 20 °C;

D mm	Distanza appoggi in cm		
	PN 6	PN 10	PN 16
50	115	135	170
63	120	150	190
75	130	165	205

90	145	180	225
110	160	200	250
125	170	215	265
140	175	225	275
160	190	240	300
180	200	255	320
200	215	270	340
225	225	285	~
250	235	300	~
280	250	320	~
315	265	340	~
355	280	~	~
400	300	~	~
450	~	~	~
500	~	~	~
560	~	~	~
630	~	~	~

TUBAZIONI IN ACCIAIO

19. – CARATTERISTICHE DI TUBAZIONI E RIVESTIMENTI

19.1 – Tubazioni

1.1.1 – Generalità

Le tubazioni fornite dovranno rispondere ai requisiti della norma **UNI 6363/84** e ad alle prescrizioni del seguente disciplinare.

Tutte le prescrizioni contenute nella norma **UNI 6363/84** restano interamente valide se non sostituite o annullate da clausole più restrittive incluse in questo disciplinare.

19.1.2 – Caratteristiche delle tubazioni

Le tubazioni impiegate avranno i diametri e spessori indicati nell'elenco prezzi di progetto.

I diametri esterni, gli spessori (variabili con le classi A, B o C) e le masse lineiche saranno quelli riportati nel prospetto V della **UNI 6336/84**.

La nomenclatura che definisce la qualità dell'acciaio è specificata dalla norma **UNI EN 10025**; la tabella seguente evidenzia la corrispondenza tra la nuova nomenclatura e quella riportata nella UNI 6363, oltre a descrivere le caratteristiche meccaniche per ogni qualità di acciaio:

Qualità di acciaio		Carico unitario min. di rottura R_m [N/mm ²]	Carico unitario min. di snervamento R_{eH} [N/mm ²]	Allungamento min. A [%]
UNI EN 10025	UNI 6363			
S235JR	Fe 360 B	360	235	25
S275JR	Fe 410 B	410	275	22
S275JO	Fe 410 C	410	275	22
S355JR	Fe 510 B	510	355	20
S355JO	Fe 510 C	510	355	20

19.1.3 – Certificazioni

Il Direttore dei Lavori, alla ricezione di ciascun lotto, dovrà effettuare gli accertamenti prescritti, verificando in particolare che sussistano i requisiti seguenti:

- a) che la Ditta produttrice possieda un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9002 e/o 9001, approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012;
- b) che esista la certificazione di conformità del prodotto alla norma UNI 6363, rilasciata da un Organismo terzo di certificazione accreditato in conformità alle norme UNI CEI EN 45011 e 45004;
- c) che esista il certificato di collaudo o il verbale di collaudo.

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

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

19.1.4 – Marcatura

I tubi devono recare:

- il marchio del fabbricante, applicato a punzone o, per DN ≥ 500 , anche a vernice;
- la qualità dell'acciaio;
- Il riferimento alla norma UNI 6363.

E' facoltativa l'indicazione del tipo di saldatura.

19.2 – Rivestimenti esterni ed interni

19.2.1 – Rivestimenti esterni di tipo bituminoso

19.2.1.1 – Generalità

I rivestimenti forniti dovranno rispondere ai requisiti della norma **UNI ISO 5256** e ad alle prescrizioni del seguente disciplinare.

Tutte le prescrizioni contenute nella norma **UNI ISO 5256** restano interamente valide se non sostituite o annullate da clausole più restrittive incluse in questo disciplinare.

19.2.1.2 – Esecuzione del rivestimento

La preparazione della superficie da rivestire dovrà essere spinta fino al grado di finitura *Sa 2,5* di cui alla norma **ISO 8501/1** corrispondente alla rimozione mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico della ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti sino a metallo quasi bianco e cioè fino a che il 95% della superficie sia esente da ogni residuo visibile.

Subito dopo la preparazione della superficie si applicherà lo strato di aderenza (primer) secondo i metodi previsti dalla norma **UNI ISO 5256**.

Lo spessore medio dello strato di fondo dovrà essere tale che sia assicurata la completa copertura della superficie metallica e che in nessun punto della superficie stessa si abbia uno spessore di primer inferiore a 500 µm.

Il rivestimento dovrà essere realizzato conformemente alla classe IV del prospetto VI della norma **UNI ISO 5256** con spessore non inferiore a 8 mm in nessun punto della superficie.

A protezione dell'azione dei raggi solari si applicherà sul tubo ancora caldo una mano di latte di calce.

19.2.1.3 – Certificazioni

I risultati delle prove di collaudo previste dalla **UNI ISO 5256** dovranno essere forniti come certificazione alla D.L..

Tutte le materie prime utilizzate per la realizzazione dei rivestimenti, relativamente ad ogni lotto, dovranno essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico - chimiche principali) da trasmettersi alla D.L.

19.2.2 – Rivestimenti esterni in polietilene

19.2.2.1 – Generalità

I rivestimenti forniti dovranno rispondere ai requisiti della norma **UNI 9099** e ad alle prescrizioni del seguente disciplinare.

Tutte le prescrizioni contenute nella norma **UNI 9099** restano interamente valide se non sostituite o annullate da clausole più restrittive incluse in questo disciplinare.

19.2.2.2 – Esecuzione del rivestimento

La preparazione della superficie da rivestire dovrà essere spinta fino al grado di finitura *Sa 2,5* di cui alla norma **ISO 8501/1** corrispondente alla rimozione mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico della

ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti sino a metallo quasi bianco e cioè fino a che il 95% della superficie sia esente da ogni residuo visibile.

Subito dopo la preparazione della superficie si applicherà lo strato di fondo e l'adesivo secondo le modalità previste dalla norma **UNI 9099**.

Il rivestimento polietilenico dovrà essere realizzato a triplo strato con spessore rinforzato (UNI 9099 R3R).

19.2.2.3 – Certificazioni

I risultati delle prove di collaudo previste dalla **UNI 9099** dovranno essere forniti come certificazione alla D.L.

Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, dovranno essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico - chimiche principali) da trasmettersi alla D.L.

19.2.3 – Rivestimenti interni

Sarà costituito da uno strato di primer applicato secondo i metodi previsti dalla norma UNI ISO 5256.

19.2.4 – Rivestimento tratte fuori terra

19.2.4.1 – Generalità

Il rivestimento delle tratte fuori terra dovrà essere realizzato con un ciclo epossibituminoso dello spessore finale 340 µm film secco.

19.2.4.2 – Opere esterne ai manufatti:

Preparazione della superficie

Spinta fino al grado di finitura *Sa 2,5* di cui alla norma **ISO 8501/1** corrispondente alla rimozione mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico della ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti sino a metallo quasi bianco e cioè fino a che il 95% della superficie sia esente da ogni residuo visibile.

Fondo

Applicazione a pennello o a spruzzo con macchine "airless" di primer zincante organico per uno spessore di film secco pari a 40÷50 µm.

Copertura

Applicazione, dopo l'avvenuto essiccamento del primer, di una mano di pittura a base di epossibitume per uno spessore di film secco pari a:

- 250 μm per tubazioni, pezzi speciali e apparecchiature idrauliche;
- 150 μm per carpenterie metalliche in genere.

La pittura verrà applicata a pennello, a rullo o a spruzzo.

L'indurente dovrà essere per quantità e tipo tale da ottenere la completa polimerizzazione in un tempo inferiore a 24 ore nelle condizioni ambientali in cui viene effettuato il ricoprimento.

Le caratteristiche della miscela devono essere tali che il rivestimento finito deve essere un'ottima adesione alla superficie del manufatto, presentare ottima resistenza all'abrasione, avere grande durezza e flessibilità ed una elevata resistenza all'acqua.

Il rivestimento dovrà essere capace di sopportare, senza perdere le sue caratteristiche, le sollecitazioni meccaniche alle quali sarà sottoposto in opera.

Se lo spessore è ottenuto con l'applicazione di più mani successive si avrà cura di applicare una mano quando la precedente sia sufficientemente indurita e cioè all'incirca dopo 12 ore.

Finitura

Quando il rivestimento è completamente polimerizzato ed indurito, allo scopo di evitare accumulo di calore per eventuale esposizione ai raggi solari, si coprirà il rivestimento con un film di pittura riflettente, in base bituminosa, colore alluminio per uno spessore di film secco pari a 40÷50 μm .

19.2.4.3. - Opere all'interno dei manufatti

Preparazione della superficie

Come al precedente punto 1).

Fondo

Applicazione di due mani di minio oleo - fenolico o di una mano primer zincante organico per uno spessore di film secco pari a 40÷50 μm .

Copertura

Applicazione, dopo l'avvenuto essiccamento del primer, di due mani di pittura a base di epossibitume, per uno spessore di film secco pari a:

- 200 ÷ 250 µm per tubazioni, pezzi speciali e apparecchiature idrauliche;
- 150 µm per carpenterie metalliche in genere.

La pittura avrà le stesse caratteristiche descritte nel punto 1).

Finitura

Quando il rivestimento è completamente polimerizzato ed indurito, verrà applicata una mano di smalto a colore da 50 µm scelto dalla Direzione dei lavori.

20. – CONTROLLO IN STABILIMENTO DA PARTE DELLA D.L.

Per accertare la buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione dei tubi, la bontà della lavorazione, la corrispondenza dei tubi all'uso cui dovranno servire, la D.L. avrà ampia facoltà di far sorvegliare la lavorazioni in stabilimento e di sottoporre i materiali e le tubazioni a tutte le prove prescritte dalle norme UNI a cura e spesa dell'Impresa.

Per i *rivestimento di tipo bituminoso* le prove di aderenza e la misura degli spessori si eseguiranno su di un numero di pezzi variabili con la grandezza della fornitura come è specificato dalla seguente tabella:

Numero di unità della partita	Numero di unità del campione
10 - 25	3
26 - 50	4
51 - 100	5
101 - 200	7
201 - 300	9
301 - 400	10
401 - 500	11

Quando la partita supera le 500 unità, il campione consiste di 11 unità, più una unità, per ogni 100 unità, superiori alle 500.

Le prove consisteranno, nella misura dello spessore e nell'accertamento dell'aderenza del rivestimento alla tubazione.

La misura dello spessore del rivestimento potrà essere eseguita mediante un orologio di misura o per spessori tra 1,5 e 10 mm, con un dispositivo elettromagnetico.

La misura dello spessore si eseguirà in un numero di punti a giudizio della D.L. ma non superiore a 1 punto per mq di rivestimento.

L'esito delle misure sarà positivo quando in tutti i punti misurati lo spessore non risulta mai inferiore ai limiti fissati dal presente Disciplinare.

La prova di aderenza sarà, eseguita in un numero di punti a giudizio della D.L. e comunque non superiore ad una prova ogni mq di superficie del rivestimento.

Si eseguiranno sul rivestimento, con un coltello affilato e robusto, due tagli paralleli all'asse della tubazione, fino ad arrivare alla superficie del tubo.

Indi si eseguiranno altri due tagli paralleli all'asse della tubazione, fino ad arrivare alla superficie del tubo.

Indi si eseguono altri due tagli aventi la stessa inclinazione della fascia di armatura in modo da formare, con i primi, un parallelogramma con altezza compresa tra 10 e 20 cm.

Quindi, in corrispondenza di un intero lato del parallelogramma, si asporta la parte del rivestimento esterno al lato stesso per una sufficiente lunghezza. Su tale lato si stacca, per una profondità di due centimetri, il bordo inferiore del rivestimento della tubazione in modo da ottenere che un lembo sia leggermente sollevato.

Con un arnese a forma di pinza, avente ganasce della stessa lunghezza del lato in questione, si afferra il lembo precedentemente indicato e si strappa tirando in modo uniforme.

La prova risulterà negativa se in uno qualsiasi dei punti in esame lo strato di primer si staccherà dal metallo.

Se il primer risulta ben aderente al metallo l'aderenza sarà considerata sufficiente quando il rivestimento non si stacca dallo strato di primer.

Qualora lo strato di rivestimento dovesse, in alcuni punti, staccarsi dal primer si misurano le aree per le quali si è verificato il distacco.

Per fatto esplicito si definisce "coefficiente di aderenza" il rapporto percentuale tra la superficie che resta ancora ricoperta di rivestimento e la superficie totale quale viene strappato il rivestimento stesso.

La prova sarà considerata ancora positiva quando la media dei coefficienti di aderenza è superiore al 90 % e non si abbiano coefficienti inferiori al 75%.

21. – TIPOLOGIA DELLE GIUNZIONI

21.1 – Giunzioni frangiate

I raccordi a flange dovranno essere effettuati secondo le **ISO 2084** come previsto dalle **UNI 6363** - appendice “A”

Le flange avranno dimensione di accoppiamento e disposizioni dei fori conformi alla norma **UNI 2223/67** e alle altre norme UNI corrispondenti alla PN richiesta e alla tipologia di giunzione flangiata adoperata.

Le guarnizioni di tenuta ad anello elastomerico dovranno essere conformi alle norme **UNI 4920**.

21.2 – Giunto saldato

I raccordi per saldatura devono essere effettuati secondo i documenti ISO elaborati dal Comitato Tecnico ISO/TC 44 “ Saldatura ” come riportato dalla **UNI 6363/84** appendice “A”.

22. – ISOLAMENTO, CONTINUITÀ E SEZIONAMENTO DELLE CONDOTTE

- *Sezionamento elettrico della condotta:* Le tubazioni, in corrispondenza di opere di presa, torrini, vasche di disconnessione, serbatoi, impianti di sollevamento e diramazioni, dovranno essere isolate impiegando giunti isolanti di tipo monolitico a saldare.
- *Isolamento in corrispondenza di blocchi di ancoraggio e di attraversamento di muratura:*

In corrispondenza dei blocchi di ancoraggio o di attraversamento di murature, dovrà essere aumentato l'isolamento della tubazione, per tutta la lunghezza dell'ancoraggio o dell'attraversamento della muratura sovrapponendo al rivestimento esistente una doppia fasciatura con nastri di PE o PVC adesivizzati.

La tubazione dovrà essere tenuta ad una distanza di almeno 10 cm dagli eventuali ferri di armatura.

- *Isolamento della tubazione dalle sellette di appoggio:* Per ottenere l'isolamento della tubazione dalle sellette di appoggio in calcestruzzo si dovranno interporre strati di materiali isolanti di spessore e caratteristiche adeguate.
- *Isolamento e continuità elettrica in corrispondenza di sfiati e scarichi:* Le parti metalliche costituenti gli sfiati e gli scarichi dovranno essere trattate con rivestimento isolante.

Qualora gli sfiati e gli scarichi siano flangiati, è anche necessario realizzare dei collegamenti equipotenziali o by-pass elettrici, con idoneo cavo unipolare da 16 mm², per garantire la continuità elettrica.

- *Isolamento tratte pensili:* Gli eventuali tratti aerei delle condotte dovranno essere messi a terra per mezzo di scaricatori tipo SC 55 montati in cassetta stagna, in modo da evitare che scariche atmosferiche rechino danni agli impianti ed alle persone.

In corrispondenza degli appoggi si dovrà interporre tra questi e la condotta idonei materiali isolanti (Teflon, polietilene, PVC) di adeguato spessore.

Nel caso di tratti sufficientemente lunghi che necessitano di opere supplementari per l'ispezione della condotta (camminamenti, passerelle, ecc.), ove non sia possibile isolare la condotta aerea, è necessario inserire due giunti isolanti del tipo monolitico a saldare, rispettivamente a monte e a valle del tratto aereo.

Da monte a valle dei due giunti, per garantire la continuità elettrica del circuito di protezione catodica, si deve effettuare un cavallotto equipotenziale con idoneo cavo della sezione di 50 mm².

- *Isolamento in corrispondenza di attraversamenti con tubo guaina* - La condotta dovrà essere elettricamente scollegata al tubo guaina.

Il tubo guaina andrà protetto contro la corrosione con anodi sacrificali opportunamente dimensionati.

23. – TRASPORTO, POSA IN OPERA E RINTERRO

- *Norme generali:* La posa in opera delle condotte dovrà essere conforme con le istruzioni emanate con il **D.M. 12.12.1985**, e con la **Circ. Min: LL.PP. n°27291 del 20.03.1986**.

Tutte le suddette prescrizioni restano interamente valide se non sostituite o annullate da clausole più restrittive incluse in questo disciplinare.

Movimentazione: Per la movimentazione delle tubazioni si dovranno usare di preferenza:

- a) cinghie larghe e lisce in tessuto o in gomma rinforzata opportunamente disposte per assicurare la stabilità del tubo;
- b) imbracatura munite di appositi ganci opportunamente rivestiti fissati alle estremità di ciascun tubo facendo attenzione a non danneggiare i rivestimenti interni.

Cavi nudi, catene, barre metalliche o altri accessori di questi dispositivi non dovranno mai essere messi a contatto diretto con il rivestimento o essere lasciati cadere o sfregare sullo stesso.

- *Carico e scarico:* Nelle operazioni di carico dovranno essere prese tutte le precauzioni per evitare che, durante il trasporto, avvengano degli scivolamenti, e che i tubi ed il loro rivestimento vengano deteriorati.

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

I tubi non dovranno essere lasciati cadere a terra, rotolati e strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego in modo da evitare danni al rivestimento; la superficie di appoggio deve essere piana e priva di ghiaia, pietre ed altri oggetti acuminati che possono penetrare nel rivestimento.

I tubi dovranno essere accatastati in modo che le estremità a flangia o a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sovrastanti e sottostanti.

L'interposizione tra i vari strati di listelli di legno o dispositivi similari dovrà essere in numero, intervallo e forma, tale da impedire la flessione dei tubi e limitare la pressione

- *Sfilamento dei tubi:* Lo sfilamento dovrà essere eseguito con tutte le precauzioni necessarie per evitare danni ai tubi e al loro rivestimento.

Se non si provvede a posare i tubi in breve tempo questi dovranno essere isolati dal suolo con sacchi di terra, di sabbia o dispositivi similari

- *Pulizia dei tubi ed accessori:* Prima della posa in opera, ciascun tubo o spezzone e pezzo speciale, dovrà essere, a pie d'opera, accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro elemento estraneo e controllato, 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, a giudizio della D.L.,

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, a spese dell'Impresa, al suo ripristino.

Nell'operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna del tubo o quella esterna del rivestimento.

Gli estremi della condotta posata devono essere chiusi accuratamente, durante le interruzioni del lavoro, con tappi di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso

- *Discesa dei tubi, pezzi speciali ed apparecchi:* I tubi, pezzi speciali ed apparecchi dovranno essere calati con cura nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati, utilizzando precauzioni e mezzi analoghi a quelli indicati per il carico, lo scarico e il trasporto onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.
- *Preparazione del piano di posa:* Realizzato lo scavo l'Impresa dovrà provvedere alla regolazione del piano di posa.

Le tubazioni dovranno poggiare sul fondo delle trincee previo spianamento.

Il fondo del cavo deve essere stabile; nei tratti in cui si temano assestamenti e cedimenti differenziali si dovrà provvedere a consolidare il piano di posa; questo consolidamento sarà studiato ed effettuato in base alla natura dei materiali costituenti il piano stesso.

A seconda delle esigenze potranno eseguirsi platee di calcestruzzo semplice od armato, eventualmente sostenute da palificate di sostegno in modo da raggiungere il terreno solido o se occorre appoggi discontinui quali selle o mensole.

Però qualunque decisione in merito alla posa delle tubazioni ed all'eventuale consolidamento del piano di posa dovrà essere sempre presa dalla D.L. in base a misurazioni, esperimenti e saggi che verranno eseguiti dall'Impresa assuntrice a sue cure e spese.

E' vietato l'impiego sotto le tubazioni di pezzi di pietra, mattoni od altri appoggi discontinui per stabilire gli allineamenti.

- *Formazione delle nicchie:* Nelle pareti e sul fondo dei cavi, in corrispondenza dei giunti verranno scavate apposite incavature e nicchie necessarie a poter eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione delle giunzioni e alla successiva ispezione accurata in sede di prova.

Le dimensioni delle nicchie devono essere tali che a giudizio della D.L., consentano liberamente il lavoro a cui esse sono destinate.

L'onere per lo scavo delle nicchie - quale che sia il loro numero, la loro ampiezza, la loro posizione (a lato e/o sotto i tubi) e il tempo di esecuzione (prima o dopo la posa dei tubi) - è compensato col prezzo della posa in opera delle tubazioni.

- *Profondità:* La profondità della posa è quella indicata nei profili longitudinali salvo le varianti che potranno essere disposte dalla D.L.

La profondità di copertura della tubazione non sarà di norma minore di 1,00 m sulla generatrice superiore del tubo a meno di quanto prescritto al punto successivo.

Potrà essere permessa una profondità minore, per brevi tratti, per particolari ragioni riconosciute dalla D.L.:

- *Precauzioni da usare durante i lavori:* Durante l'esecuzione dei lavori di posa l'impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Impedirà quindi, con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguate sorveglianze nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni impedirà inoltre che le trincee siano invase dalle acque piovane, ed eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito, senza interessare i giunti che, verificandosi, nonostante ogni precauzione, la inondazione dei cavi, le condotte che si trovino 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 sarà a carico dell'Assuntore.

Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso di impianto debbono essere tenute chiuse con idonea protezione.

- *Integrità del rivestimento:* L'Impresa assume, con la stipula del contratto, l'intera e piena responsabilità dell'integrità dei rivestimenti dei tubi durante i trasporti dalle stazioni ferroviarie o da luoghi di scarico dagli autocarri in poi, e durante tutte le operazioni per la costruzione delle reti fino a dare la condotta posata, giuntata e provata.

Il collocamento in opera dei tubi deve essere preceduto da accurate ispezioni sullo stato dei rivestimenti protettivi e da prove di continuità dielettrica eseguite secondo la norma **UNI 9782** mediante idonee apparecchiature di rilevazione onde accertare l'assenza di abrasioni o lesioni dell'involucro protettivo comunque costituito.

La D.L. stabilirà, a suo insindacabile giudizio, se i danni sono riparabili oppure no; in questo secondo caso imporrà l'allontanamento del tubo dal cantiere e ne vieterà l'utilizzazione.

I tubi scartati rimarranno di proprietà dell'Impresa.

Le eventuali riparazioni dovranno essere tali da garantire la ricostruzione dell'involucro protettivo di efficacia pari a quello originario e dovranno essere realizzate come descritto al p.to 9.

Tutti gli oneri relativi a dette prestazioni sono compresi nei prezzi unitari per posa in opera, giunzione e prova delle condotte in acciaio.

- *Posa in opera dei tubi:* Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire si procederà alla rettifica del fondo del cavo all'uopo predisposto, in modo da renderlo perfettamente livellato affinché i tubi vi possano poggiare per tutta la loro lunghezza.

Quindi si procederà allo scavo delle nicchie per l'esecuzione delle giunzioni.

I tubi verranno controllati come descritto al p.to precedente, quindi calati nello scavo e verranno disposti nella giusta posizione per la esecuzione delle giunzioni.

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 i diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico e altimetrico stabilito nei profili e nelle planimetrie allegate al contratto con le varianti che potranno essere disposte dalla D.L..

In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui non sono previsti sfiati o scarichi.

Nel caso che nonostante tutto, queste si verificassero, l'assuntore dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che dalla Direzione dei lavori saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, non escluso quello di rimuovere la tubatura già posata e ricostruirla nel modo prescritto.

Ferma restando la piena e completa responsabilità dell'assuntore per la buona riuscita di tutte le opere appaltate, egli dovrà adottare tutte le necessarie cautele per evitare danni alla stabilità della condotta, sia durante la costruzione della medesima, sia durante e dopo le prescritte prove in opera sino al collaudo.

L'Impresa non potrà sottoporre le porzioni di condutture eseguite a carichi superiori a quelli stabiliti per le prove.

- *Posa in opera dei pezzi speciali, apparecchi ed accessori:*

L'impiego dei pezzi speciali e degli apparecchi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla D.L..

Nella messa in opera dei pezzi speciali 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.

- *Giunzione dei tubi:* verificata pendenza ed allineamenti si procederà alla giunzione dei tubi.

Le giunzioni saldate verranno realizzate come indicato al p.to 7.

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 ed il comportamento statico previsto dal progetto.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici previsti dal p.to 7

Il personale saldatore dovrà possedere i requisiti di cui al p.to 7.

- *Prova d'isolamento e protezione catodica:* Al termine delle operazioni di posa, giunzione e ripristino del rivestimento, saranno eseguite le prove di continuità dielettrica, e a tubazione interrata, della resistenza d'isolamento, al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo con le modalità previste al p.to 10.

Qualora la determinazione della resistenza di isolamento, eseguita secondo la norma **UNI 9782**, rilevi la necessità di procedere alla riparazione dei rivestimenti lesionati questa avverrà con le modalità previste al p.to 8.

La riuscita del ripristino del rivestimento dovrà essere nuovamente controllata con apposito rilevatore a scintilla tarato come al p.to 10.

Le tubazioni verranno dotate di protezione catodica con sistema a corrente impressa con dispersore di profondità o con l'impiego di unità galvaniche, conformemente a quanto prescritto dalle norme **UNI 9782**, **UNI 9783** e dal Disciplinare tecnico allegato al contratto.

A prescindere dal sistema con cui la protezione *attiva* verrà eseguita, sarà comunque realizzata la protezione catodica temporanea, che ha lo scopo di impedire anche gli eventuali processi iniziali di corrosione.

Pertanto specialmente nel caso di tempi lunghi intercorrenti fra la posa della condotta e l'applicazione della protezione catodica definitiva, si procederà, in assenza di correnti vaganti, alla protezione catodica temporanea mediante unità galvaniche, mentre in presenza di correnti vaganti saranno installati dei gruppi di alimentazione provvisori con dispersori di limitata durata.

Il rinterro verrà effettuato con materiali selezionati provenienti dagli scavi, privi di sassi, radici e corpi estranei in genere con esclusione di ciottoli, pietre e frammenti di roccia di dimensioni maggiori di 3 cm.

24. – PROVA IDRAULICA

La prova idraulica è regolata dalle prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto

25. – ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI SALDATE

- *Qualità delle saldature:* La saldatura in cantiere dei giunti dovrà assicurare, oltre alla tenuta idraulica, l'efficienza nelle normali condizioni di collaudo e di esercizio.

Qualifica dei saldatori: Dovranno essere impiegati saldatori qualificati secondo le specifiche, per il procedimento e gli elettrodi per i quali hanno conseguito la qualifica:

⇒ per la saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, secondo le norme **UNI 4633**

⇒ per la saldatura ossiacetilenica, secondo le norme **UNI 5770**.

- *Preparazione delle estremità per giunzione di testa:* le estremità dei tubi dovranno essere preparate come segue:
 - a lembi retti con preparazione a *I* per spessori inferiori a 3 mm;
 - a lembi smussati con preparazione a *V*.
- *Procedimenti:* La realizzazione dei giunti saldati in cantiere sarà ottenuta, di norma con saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi rivestiti.

Possono essere adottati anche altri procedimenti di saldatura, purché approvati dalla D.L..

- *Saldatura con elettrodi rivestiti:* La saldatura con elettrodi rivestiti potrà essere eseguita con i procedimenti del tipo discendente e ascendente

discendente: a) nel caso di giunti testa a testa la prima passata sarà eseguita preferibilmente con elettrodi a rivestimento *cellulosico*, le passate successive potranno essere eseguite sia con elettrodi di tale tipo sia con quelli di tipo *ruticellulosico*, la prima passata non dovrà essere eseguita con procedimento ascendente; b) nel caso di giunti a sovrapposizione possono essere usati sia elettrodi a rivestimento *cellulosico* sia elettrodi a rivestimento *ruticellulosico*.

ascendente: a) nel caso di giunti a sovrapposizione potranno essere impiegati gli stessi elettrodi previsti al punto precedente; b) nel caso di giunti testa a testa la prima passata sarà eseguita con elettrodi a rivestimento *cellulosico*, le passate successive potranno essere eseguite sia con elettrodo di tale tipo sia con quelli di tipo *basico* o *ruticellulosico*, nel caso di tubazioni con spessori sottili si potranno usare anche elettrodi al *rutile* sia per la prima che per la seconda passata.

Attrezzature: Le saldatrici, le motosaldatrici, le linee elettriche di collegamento e gli accessori relativi dovranno essere mantenuti durante tutta la durata del lavoro in condizioni tali da assicurare la corretta esecuzione e continuità del lavoro nonché la sicurezza del personale.

- *Elettrodi:* Gli elettrodi rivestiti pr saldatura manuale ad arco rovescio dovranno essere omologati secondo le tabelle **UNI 5132** oppure secondo le norme **AWS A.5.1.69** e **A. 5.5.69** indicate nella seguente tabella:

Classe acciaio UNI 6363	Elettrodi Raccomandati		
	<i>Rivestimenti</i>	<i>Classifica AWSA 5.1.69 – A 5.5.69</i>	<i>Classifica UNI 5132</i>
Fe 360 – Fe 410	Cellulosico	E 60 10	E44 T3 C10
	Basico	E 70 18	E44 T4 B20
	Ruticellulosico	-	E44 T9 RC25
	Rutile	E 60 13 – E 231 R21	E44 S2 R22
Fe 510	Cellulosico	E70 10 A1 E433 C10	E52 T3 C10

	Basico	E70 18 E435 B20	E52 T4 B20
	Ruticellulosico	A433 R25	E52 T3 RC25
	Rutile	E70 13	E52 T3 R25

- *Qualifica dei fili:* Sarà necessario che i fili per la saldatura siano scelti in relazione al materiale base ed al procedimento di saldatura previsto; l'impresa dovrà trasmettere alla D.L. i certificati relativi alle analisi e alle caratteristiche meccaniche
- *Allineamento:* I giunti a bicchiere cilindrico e sferico non richiedono attrezzature per il loro accoppiamento fatta eccezione per le estremità deformate a causa di danneggiamenti subiti durante il trasporto e che dovranno essere ripristinate, normalmente previo adeguato riscaldamento della zona interessata.

Per la saldatura di testa si dovrà usare un accoppia tubi interno o esterno di allineamento che non dovrà essere tolto prima che sia stata eseguita la prima passata, avente una lunghezza totale non inferiore al 50% della circonferenza del tubo e comunque uniformemente distribuita sulla circonferenza stessa (4 tratti di saldatura disposti in posizione ortogonale fra loro).

- *Operazioni di saldatura:* I tubi dovranno essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle estremità ed al rivestimento per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati.

I tubi dovranno anche essere puliti all'interno per eliminare ogni materiale che vi si fosse introdotto; in particolare le estremità dovranno risultare prive di scorie, vernici, grasso, terra, ecc.

Le impurità eventualmente presenti dovranno essere accuratamente rimosse con spazzole metalliche, decapaggio a fiamma o altri mezzi idonei.

A seconda del tipo di giunzione si avvicinano le testate dei tubi o si accoppiano i bicchieri e poi si procede alla loro giunzione mediante saldatura, onde formare dei lunghi tronchi da deporre a lato dello scavo ed in qualche caso sopra lo scavo stesso.

Le saldature devono essere effettuate con temperatura ambiente superiore o uguale a +5°C; per temperature più basse sarà necessario operare un preriscaldamento.

E' inoltre da evitare di effettuare le saldature quando le condizioni atmosferiche per pioggia, forte umidità vento siano giudicate pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse.

Per la saldatura testa a testa la prima passata dovrà assicurare una efficiente ed uniforme penetrazione.

Per la saldatura di testa eventuali riprese all'interno, se il diametro della condotta lo permette, potranno essere fatte, dopo molatura, con un elettrodo cellulosico Ø32,5 e procedimento discendente.

Durante la prima passata il tubo dovrà essere tenuto fermo ma libero da vincoli in modo che la saldatura non risenta di sollecitazioni esterne.

Dopo ogni passata o prima della successiva dovranno essere eliminate tracce di ossido o scoria a mezzo di appositi utensili.

Crateri di estremità, irregolarità di ripresa, ecc., dovranno essere asportati mediante molatura.

A saldatura ultimata lo spessore della saldatura dovrà risultare di regola non inferiore a quello del tubo e presentare un profilo convesso e ben raccordato con il materiale di base.

La sezione della saldatura dovrà essere uniforme e la superficie esterna regolare, di larghezza costante, senza porosità ed altri difetti apparenti.

Gli elettrodi debbono essere scelti di buona qualità e di adatte caratteristiche in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo conto che il metallo da apporto depositato deve risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base.

Per ogni saldatore dovrà essere possibile individuare il lavoro eseguito mediante un numero od una sigla.

- *Preriscaldamento*: E' necessario per temperatura ambiente inferiore a +5°C e per spessori superiori a 8 mm, in rapporto al tenore di carbonio o di altri elementi di lega.

Il preriscaldamento che si esegue sull'intero sviluppo della circonferenza alle estremità dei tubi, si estende ad entrambi i lati del giunto da saldare per una lunghezza pari a metà diametro, ma comunque per non meno di 120 mm per parte.

La zona interessata dovrà essere mantenuta, durante la saldatura, ad una temperatura non inferiore a 50 °C.

Il preriscaldamento potrà essere effettuato con fiamma di qualunque tipo, ad induzione o con resistenza elettrica.

26. – RIPRISTINO DEL RIVESTIMENTO NELLA ZONA GIUNZIONE

- *Premesse*: L'applicazione in cantiere del rivestimento delle giunzioni saldate dovrà essere effettuata subito dopo il controllo delle saldature

La qualità dei materiali dovrà essere almeno uguale a quella del rivestimento di fabbrica del tubo ed inoltre detto materiale dovrà essere facilmente Applicabile con le normali attrezzature di cantiere

- *Tipologia del rivestimento*: la tipologia del rivestimento, dovrà essere scelta tra nastri di polietilene autoadesivi, i nastri bituminosi e faccende termorestringenti.
- *Nastri bituminosi*: Per il rivestimento dei giunti di saldatura con nastri bituminosi dovranno essere eseguite le seguenti operazioni:
 - 1) pulizia della superficie con asportazione dalla superficie metallica di ogni scoria, bava, residuo e umidità, asportazione dalle estremità il rivestimento che ha perso aderenza; spazzolatura della

superficie metallica e del tratto di 10 – 15 cm del rivestimento esistente adiacente alla zona di saldatura), asciugatura e se necessario sgrossatura della superficie metallica;

- 2) realizzazione sulle estremità del rivestimento esistente sui tubi contigui, un invito a becco di flauto per una lunghezza non inferiore a 20 cm sul tubo a monte a 20 cm sul tubo a valle della saldatura;
- 3) ravvivare il bitume delle zone così ottenute con opportuno utensile;
- 4) applicazione a pennello o a rullo di uno strato di primer sulla superficie del tubo asciutto fino a coprire, per almeno 10 – 15 cm il rivestimento preesistente
- 5) applicazione a primer ben essiccato, anche mediante l'uso di cassaforma, del primo strato protettivo costituito da bitume fuso dello spessore di almeno 2 mm
- 6) avvolgimento ad elica con sovrapposizione minima di 2,5 cm della prima armatura costituita da nastro di tessuto di vetro imbevuto di bitume caldo; il nastro si sovrapporrà al rivestimento esistente per almeno 15 cm
- 7) applicazione del successivo strato protettivo e della successiva armatura come ai punti precedenti

La buona riuscita di questa operazione dovrà essere controllata con il rilevatore a scintilla tarato come previsto al p.to 10.

- *Nastri di polietilene autoadesivi* Per il rivestimento dei giunti di saldatura con nastri polietilenici adesivi dovranno essere eseguite le seguenti operazioni:

- 1) pulizia della superficie con asportazione dalla superficie metallica di ogni scoria, bava, residuo e umidità, asportazione dalle estremità il rivestimento che ha perso aderenza; spazzolatura, asciugatura e se necessario sgrossatura della superficie metallica;
- 2) applicazione a pennello o a rullo di uno strato di primer sulla superficie del tubo asciutto fino a coprire, per almeno 10 cm il rivestimento preesistente;
- 3) riempimento dei vuoti e raccordo degli spigoli con mastice anticorrosivo
- 4) avvolgimento ad elica con sovrapposizione minima di 2,5 cm del nastro di polietilene; il nastro si sovrapporrà al rivestimento esistente per almeno 10 cm
- 5) applicazione agli estremi di due anelli di nastro avvolto a sigaretta suddividendolo ugualmente fra il rivestimento della tubazione e quello realizzato sul giunto;
- 6) avvolgimento ad elica con sovrapposizione minima di 2,5 cm del nastro di polietilene per la protezione meccanica; il nastro si sovrapporrà al rivestimento esistente per almeno 10 mm

Lo spessore totale di rivestimento non dovrà essere inferiore ai 2 mm.

La fasciatura sarà seguita con una attrezzatura tale da assicurare alla fascia una tensione sufficiente ad ottenere una perfetta.

La buona riuscita operazione di ripristino dovrà essere controllata con il rilevatore a scintilla tarato come al p.to 10.

27. – RIPARAZIONE DEI DANNI SUBITI DAL RIVESTIMENTO

- *Premesse:* Se a seguito delle operazioni di carico, trasporto, scarico e sfilamento a bordo cavo, il rivestimento dovesse subire danneggiamenti, la Direzione Lavori stabilirà, a suo insindacabile giudizio, se i danni sono riparabili oppure no; in questo secondo caso imporrà l'allontanamento del tubo da cantiere e ne vieterà l'utilizzazione.

27.1 - Rivestimenti bituminosi

- *Riparazione di piccoli difetti:* Se il danno al rivestimento è limitato a qualche schiacciamento o fessurazione del secondo strato protettivo che non compromette l'integrità del primo strato protettivo la riparazione si effettuerà con l'applicazione di toppe costituite da strati alternati di miscela bituminosa (conforme a quella prevista per lo strato protettivo dalle norme **UNI 6363/84**) e di armatura conforme a quella prevista dalle norme (**UNI 6363/84**), ponendo particolare attenzione allo scopo di assicurare l'aderenza della toppa sovrapposta al rivestimento preesistente.

Tale aderenza potrà essere migliorata pulendo a fondo il rivestimento preesistente ai contorni ravvivendolo con opportuno utensile e riscaldando fino a portarlo ad incipiente funzione.

- *Riparazione di danni estesi:* Se il danno sarà tale da alterare l'integrità del primo strato protettivo portando allo scoprimento della superficie del tubo, si dovrà asportare il rivestimento per tutta la circonferenza del tubo e per una lunghezza tale da raggiungere una sezione per la quale il rivestimento risulti integro.

Il ricoprimento della zona così scoperta, si effettuerà con i metodi ed i materiali previsti per il rivestimento dei giunti di saldatura (p.to 8).

La zona riparata in tutte e due i casi dovrà essere controllata rilevatore a scintilla tarato come al p.to 10.

27.2. – Rivestimenti polietilenici

- *Riparazione su piccoli difetti:* sono da considerarsi piccoli difetti:
 - discontinuità del rivestimento di superficie massima pari a 10 cm²;

graffi, incisioni e d'altri difetti causati da movimentazioni che, comunque, non pregiudicano la continuità dielettrica del rivestimento.

La procedura di intervento è la seguente:

- Riscaldamento graduale della zona da riparare con fiamma evitando di provocare la combustione del rivestimento;
- Applicazione a caldo riscaldando con fiamma una o più strisce di polietilene di materiale idoneo nella zona da riparare, lisciando con spatola riscaldata fino a riempire la cavità;
- *Riparazione su difetti estesi*: La procedura di intervento è la seguente:
- Ampliamento della forma del difetto per ottenere una forma geometrica regolare e verificare l'adesione del rivestimento esistente;
- esecuzione sulla superficie da riparare di una leggera smerigliatura o spazzolatura per rimuovere i residui di rivestimento fino ad ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- riscaldamento graduale della superficie da riparare mediante fiamma ed applicazione a caldo di una o più strisce di polietilene di materiale idoneo fino a riempire la cavità, lisciando la superficie con spatola riscaldata
- preparazione di una pezza di polietilene di materiale idoneo di dimensioni leggermente superiori a quelle della zona da riparare, con spigoli arrotondati;
- applicazione della pezza sulla zona da riparare e pressandola fino ad ottenere una completa adesione con il rivestimento;
- riscaldamento della zona con fiamma in modo da fondere lo strato adesivo della pezza con la zona sottostante. La scomparsa del colore verde della pezza indica l'ottenimento della temperatura ottimale

La buona riuscita operazione di ripristino dovrà essere controllata con il rilevatore a scintilla tarato come al p.to 10.

28. CONTROLLI IN CANTIERE

- *Controlli non distruttivi sulle saldature*: Dopo l'esecuzione delle giunzioni mediante saldature, al fine di verificare la buona fattura delle stesse, dovranno essere eseguiti dei controlli radiografici.

La frequenza di detti controlli sarà stabilita dalla D.L. e comunque non dovrà essere inferiore a n° 3 controlli ogni 1000 m di condotta posata.

Detti controlli dovranno essere realizzati da ditta qualificata.

I risultati delle prove dovranno essere conformi alle norme **UNI 7278/74** e **API 1104**.

Tutti i difetti relativi alle saldature (cricche, incompleta penetrazione, incompleta fusione, ecc.) sono considerati inaccettabili e dovranno essere eliminati solo mediante taglio della parte difettosa.

La D.L. avrà la facoltà di chiedere l'allontanamento dei saldatori non ritenuti idonei.

I risultati dei controlli e le relative radiografie dovranno essere trasmessi come certificazione alla D.L.

Alle suddette prove il D.L. potrà associare anche controlli di tipo ultrasonico e/o, elettromagnetico.

I controlli ultrasonici dovranno essere utilizzati solo per le saldature testa a testa.

Tutte le prove saranno eseguite a cura e spesa dell'appaltatore che, in ogni modo resta il solo responsabile della perfetta riuscita dei giunti.

In presenza di radiazioni ionizzanti i lavori dovranno avvenire nel rispetto del **D. Lgs. n° 230 del 17.03.1995**.

- *Controllo di continuità dielettrica sui rivestimenti*: Il controllo della continuità verrà eseguita con strumento rilevatore a scintilla con tensione ai morsetti compresa tra 15 kV e 20 kV.