



**Direzione Ingegneria**  
**Area Tecnologia dei Materiali**

**DISCIPLINARE TECNICO  
PER LA FORNITURA E POSA IN OPERA  
DI TUBAZIONI E RACCORDI  
IN ACCIAIO AL CARBONIO**

*A cura di:*

Ing. Giuseppe De Stefano

Ing. Massimo Pellegrini

*Visto: Il Direttore*  
Ing. Andrea Volpe

**EDIZIONE GENNAIO 2020**

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. GENERALITA' .....  | 3  |
| 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....  | 3  |
| 3. DESIGNAZIONE, CARATTERISTICHE CHIMICHE E MECCANICHE .....                  | 4  |
| 4. DIAMETRI, SPESSORI E LUNGHEZZE DEI TUBI .....                              | 5  |
| 5. TIPOLOGIE E DIMENSIONI DEI RACCORDI.....                                   | 6  |
| 6. TIPOLOGIE DI GIUNZIONI .....   | 7  |
| 7. RIVESTIMENTI.....  | 8  |
| 7.1. RIVESTIMENTI ESTERNI.....  | 8  |
| 7.1.1. RIVESTIMENTI IN POLIETILENE.....                                       | 8  |
| 7.1.2. RIVESTIMENTI IN VERNICE BITUMINOSA.....                                | 8  |
| 7.1.3 RIVESTIMENTI IN POLIURETANO .....                                       | 9  |
| 7.1.4 RIVESTIMENTI ESTERNI PER TRATTE FUORI TERRA .....                       | 9  |
| 7.2. RIVESTIMENTI INTERNI .....   | 10 |
| 8. PRESCRIZIONI GENERALI SUI COILS .....                                      | 11 |
| 9. MARCATURE DI TUBI E RACCORDI.....  | 11 |
| 10. CONTROLLI E PROVE.....  | 12 |
| 11. ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI .....   | 13 |
| 12. RIPROVE E MOTIVI DI RIFIUTO .....   | 14 |
| 13. TRASPORTO, POSA IN OPERA E RINTERRO .....                                 | 14 |
| 14. ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI SALDATE.....                                   | 19 |
| 15. RIPRISTINI E RIPARAZIONI NELLE ZONE DI GIUNZIONE.....                     | 22 |
| 15.1. RIPRISTINO DEL RIVESTIMENTO IN POLIETILENE NELLA ZONA DI GIUNZIONE..... | 22 |
| 15.2. RIPRISTINO DEL RIVESTIMENTO DI POLIURETANO NELLA ZONA GIUNZIONE .....   | 23 |
| 15.3. RIPARAZIONE DEI DANNI SUBITI DAL RIVESTIMENTO IN POLIETILENE .....      | 23 |
| 15.3. RIPARAZIONE DEI DANNI SUBITI DAL RIVESTIMENTO IN POLIURETANO.....       | 24 |
| 16. ISOLAMENTO E CONTINUITÀ ELETTRICA DELLE CONDOTTE.....                     | 25 |
| 17. CONTROLLI IN CANTIERE.....  | 26 |
| 18. COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA .....   | 27 |
| 19. MESSA IN ESERCIZIO DELLE CONDOTTE .....                                   | 29 |

## 1. GENERALITA'

Il presente disciplinare riporta le prescrizioni tecniche, le norme e le prove riguardanti i tubi ed i raccordi di acciaio al carbonio conformi alla norma UNI EN 10224.

I tubi e raccordi di acciaio al carbonio sono utilizzabili in Acquedotto Pugliese per la realizzazione di: condotte idriche adduttrici; condotte prementi idriche e fognarie; *piping* in camere di manovra e in postazioni di misura e regolazione; *piping* interrato negli impianti di trattamento, ed in generale in tutti i casi di condotte con funzionino a pressioni di esercizio elevate (orientativamente superiori a 25 bar).

Le Ditte produttrici devono possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma vigente norma ISO 9001 (relativamente alla fabbricazione di tubi e raccordi di acciaio), approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

Per quanto non specificato presente nel disciplinare, si fa riferimento alla normativa indicata nel paragrafo successivo alle Tabelle del Catalogo AQP dei Materiali e degli Impieghi - ultimo aggiornamento, anche se non materialmente allegate al progetto.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

UN EN 10224: *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura.*

UNI 6363 (sostituita da UNI EN 10224): *Tubi di acciaio senza saldatura e saldati, per condotte di acqua.*

UNI EN 10020: *Definizione e classificazione dei tipi di acciaio.*

UNI 9099: *Tubi di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse. Rivestimento esterno di polietilene applicato per estrusione.*

UNI EN 10290-2003: *Tubi e raccordi di acciaio per condotte terrestri e marine - Rivestimenti esterni in poliuretano e poliuretano- modificato applicato allo stato liquido.*

UNI EN 1092-1: *Flange e loro giunzioni. Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori, designate mediante PN. Flange di acciaio.*

UNI EN 681-1: *Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Gomma vulcanizzata.*

UNI EN 12954: *Protezione catodica di strutture metalliche interrate o immerse - Principi generali e applicazione per condotte.*

UNI EN 12068: *Protezione catodica - Rivestimenti organici esterni per la protezione dalla corrosione delle tubazioni di acciaio interrate o sommerse da associare alla protezione catodica - Nastri e materiali termorestringenti.*

UNI 9783: *Protezione catodica di strutture metalliche interrate. Interferenze elettriche tra strutture metalliche interrate.*

UNI EN 287-1: *Classificazione e qualifica dei saldatori elettrici. Saldatori per tubazioni di spessore  $\geq 4$  mm di acciaio dolce o acciaio a bassa lega.*

UNI 5770: *Classificazione e qualifica dei saldatori ossiacetilenici. Saldatori per tubazioni di spessore  $\geq 7$  mm di acciaio dolce, acciaio al Mn ad elevato carico di snervamento o acciaio legato.*

UNI EN 25817 livello C: *Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione.*

UNI EN ISO 2560:2007: *Materiali d'apporto per saldatura - Elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco di acciai non legati e di acciai a grano fine - Classificazione.*

UNI EN 10204: *Prodotti metallici. Tipi di documenti di controllo.*

Decreto Ministero LL.PP. 12/12/85: *Norme tecniche relative alle tubazioni.*

Circolare n. 27291 Ministero LL.PP. 20/3/86: *Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.*

Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute: *Disciplina igienica concernente le materie plastiche e gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare.*

### 3. DESIGNAZIONE, CARATTERISTICHE CHIMICHE E MECCANICHE

Nella tabella seguente sono indicate le designazioni simboliche dell'acciaio e le relative caratteristiche chimiche, in conformità alla norma UNI EN 10224.

| <b>Designazione simbolica</b> | <b>C % max</b> | <b>Si % max</b> | <b>Mn % max</b> | <b>P % max</b> | <b>S % max</b> |
|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| L 235                         | 0,16           | 0,35            | 1,20            | 0,030          | 0,025          |
| L 275                         | 0,20           | 0,40            | 1,40            | 0,030          | 0,025          |
| L 355 (*)                     | 0,22           | 0,55            | 1,60            | 0,030          | 0,025          |

(\*) Per l'acciaio L355 sono ammesse aggiunte di niobio, titanio, vanadio a discrezione del fabbricante, che però deve dichiarare il livello di questi elementi.

I produttori devono dichiarare al committente (al fine di ottenere un consenso) la presenza di elementi diversi da quelli indicati nella precedente tabella.

Nella tabella seguente sono indicate le designazioni simboliche dell'acciaio e le relative caratteristiche meccaniche, in conformità alla norma UNI EN 10224.

| <b>Designazione simbolica</b> | <b>Carico unitario min. di snervamento (spessori: <math>\leq 16</math> mm ; <math>&gt; 16</math> mm) <math>R_e</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b> | <b>Allungamento min. (long – trasv) A [%]</b> |
|-------------------------------|--|---|
| L 235                         | 235 – 225  | 25 – 23                                       |
| L 275                         | 275 – 265  | 21 – 19                                       |
| L 355                         | 355 – 345  | 21 – 19                                       |

Nella tabella seguente, a titolo indicativo, è riportata la corrispondenza tra le designazioni dei tubi d'acciaio secondo la norma UNI EN 10224 e le designazioni secondo la norma UNI 6363, non più in vigore.

| Designazione secondo UNI EN 10224 | Designazione secondo UNI 6363 |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| L 235                             | Fe 360                        |
| L 275                             | Fe 410                        |
| L 355                             | Fe 510                        |

I raccordi devono essere prodotti da tubi fabbricati in conformità alla norma UNI EN 10224 ovvero da lamiere o nastri aventi le caratteristiche chimiche di cui alla tabella sopra riportata.

#### 4. DIAMETRI, SPESSORI E LUNGHEZZE DEI TUBI

La norma UNI EN 10224, al prospetto 4, indica i diametri esterni dei tubi di acciaio, variabili tra 26,9 e 2743 mm, e tutti i possibili, corrispondenti, spessori, variabili tra 2 e 25 mm.

La vecchia norma UNI 6363, al prospetto V, riporta i diametri nominali interni, da DN 40 a DN 2700 mm, indicando anche i rispettivi diametri esterni e spessori, in millimetri, relativi alle "serie" A, B, C e U.

Nella tabella seguente, al fine di facilitare le scelte progettuali, si riportano i valori, in millimetri, dei diametri nominali proposti dalla UNI 6363, con i corrispondenti diametri esterni e spessori, in millimetri, previsti dalla UNI EN 10224, oltre al riferimento (indicativo, in quanto non vi è un'esatta corrispondenza) alle "serie" definite nella vecchia UNI 6363.

| Diametro nominale | Diametro esterno | Serie A<br>(UNI 6363) | Serie B<br>(UNI 6363) | Serie C<br>(UNI 6363) | Serie U<br>(UNI 6363) |
|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                   |                  | Spessore              | Spessore              | Spessore              | Spessore              |
| 40                | 48,3             |                       |                       | 2,6                   |                       |
| 50                | 60,3             |                       |                       | 2,9                   |                       |
| 65                | 76,1             |                       | 2,6                   | 2,9                   |                       |
| 80                | 88,9             | 2,6                   | 2,9                   | 3,2                   |                       |
| 100               | 114,3            | 2,6                   | 3,2                   | 4,0                   |                       |
| 125               | 139,7            | 2,9                   | 3,6                   | 4,5                   |                       |
| 150               | 168,3            | 3,2                   | 4,0                   | 4,5                   |                       |
| 200               | 219,1            | 4,0                   | 5,0                   | 5,6                   |                       |
| 250               | 273,0            | 4,0                   | 5,6                   | 6,3                   |                       |
| 300               | 323,9            | 4,0                   | 5,6                   | 7,1                   |                       |
| 350               | 355,6            | 5,0                   | 6,3                   | 7,1                   |                       |
| 400               | 406,4            | 5,0                   | 6,3                   | 7,1                   |                       |
| 450               | 457              | 5,6                   | 6,3                   | 8,0                   |                       |
| 500               | 508              | 5,6                   | 6,3                   | 8,8                   |                       |

|      |      |     |      |      |      |
|------|------|-----|------|------|------|
| 600  | 610  | 5,6 | 6,3  | 12,5 |      |
| 700  | 711  | 6.3 | 7,1  | 12,5 |      |
| 750  | 762  | 6.3 | 8,0  | 12,5 |      |
| 800  | 813  | 7.1 | 8,0  | 12,5 |      |
| 900  | 914  | 8.0 | 10,0 | 14,2 |      |
| 1000 | 1016 | 8.8 | 10,0 | 14,2 |      |
| 1200 | 1219 |     |      |      | 10,0 |
| 1400 | 1422 |     |      |      | 11,0 |
| 1600 | 1626 |     |      |      | 12,5 |
| 1800 | 1829 |     |      |      | 12,5 |
| 2000 | 2032 |     |      |      | 12,5 |
| 2200 | 2235 |     |      |      | 14,2 |
| 2400 | 2438 |     |      |      | 16,0 |
| 2500 | 2540 |     |      |      | 16,0 |
| 2600 | 2642 |     |      |      | 17,5 |
| 2700 | 2743 |     |      |      | 17,5 |

Le tolleranze sui diametri esterni e sugli spessori dei tubi sono indicate al punto 7.7. della norma UNI EN 10224.

Per i tubi con un rapporto del diametro esterno rispetto allo spessore minore o uguale a 100, l'ovalizzazione, calcolata secondo la seguente equazione, non deve essere maggiore del 2%.

$$\text{Ovalizzazione} = 100 * (D_{max} - D_{min}) / D$$

dove:

$D_{max}$  è il diametro esterno massimo (mm) e  $D_{min}$  è il diametro esterno minimo (mm) misurato sullo stesso piano.

Per i tubi con un rapporto del diametro esterno rispetto allo spessore maggiore di 100, il massimo valore di ovalizzazione deve essere concordato tra committente e fabbricante.

Le lunghezze dei tubi di acciaio, in conformità con il punto 7.6.2. della norma UNI EN 10224, possono essere richieste dal committente come "lunghezza approssimata" compresa nella gamma da 6 m a 16 m, oppure come "lunghezza esatta".

Le lunghezze approssimate e quelle esatte differiscono nella tolleranza della lunghezza.

Le tolleranze sulle lunghezze (approssimate ed esatte) dei tubi sono specificate nel prospetto 9 della norma UN EN 10224.

## 5. TIPOLOGIE E DIMENSIONI DEI RACCORDI

I raccordi conformi alla norma UNI EN 10224 sono del seguente tipo:

- curve a raggio uniforme;
- curve a spicchi;
- pezzi a Ti.

### Curve a raggio uniforme

Le dimensioni delle curve a raggio uniforme, per diametri esterni fino a 323,9 mm sono indicate nel punto 7.8.2 - prospetto 10 della norma UNI EN 10224.

Il committente, all'atto della richiesta d'offerta e dell'ordine, deve specificare il diametro esterno, lo spessore di parete e l'angolo di curvatura.

Le curve sono generalmente specificate mediante gli angoli da 11°15', 22°30', 45° e 90°; altri tipi di angoli possono essere richiesti dal committente.

Il raggio di curvatura per tubi con diametri esterni maggiori di 323,9 mm e fino a 1016 mm compresi deve essere specificato dal committente all'atto della richiesta d'offerta e dell'ordine.

Le curve con raggio di curvatura uniforme in diametri maggiori di 1016 mm possono essere disponibili mediante accordo con il fornitore.

I valori dei tratti diritti dei raccordi sono indicati al punto 7.8.2 della norma UNI EN 10224.

### Curve a spicchi

Le curve a spicchi devono essere realizzate secondo le prescrizioni e le forme generali di cui al punto 7.8.3. della norma UNI EN 10224.

### Pezzi a Ti

I pezzi a Ti devono essere forniti con estremità lisce o con estremità adatte ai giunti a bicchiere o con flange attaccate alla diramazione e/o al tronchetto, così come illustrato nelle figure 6-7-8 al punto 7.8.4 della norma UNI EN 10224.

Le dimensioni dei Ti normalizzati devono essere quelle indicate nel prospetto 1 della norma UNI EN 10224.

Il committente, per l'acquisto, deve specificare il diametro e lo spessore di parete del tronchetto e della diramazione.

Le tolleranze sui raccordi a curve ed a Ti sono specificate al punto 7.9 della norma UNI EN 10224.

## **6. TIPOLOGIE DI GIUNZIONI**

I tubi ed i raccordi devono essere forniti con estremità predisposte esclusivamente per giunzioni per saldatura testa a testa, secondo il punto 7.10 della norma UNI EN 10224 e secondo le prescrizioni di esecuzione indicate nel presente disciplinare tecnico.

In casi particolari accertati dalla D.L., questa può autorizzare l'utilizzo di:

- giunzioni a bicchiere da saldare, conformi alle prescrizioni dell'Appendice C della norma UNI EN 10224;
- giunzioni flangiate, conformi alle prescrizioni dell'Appendice della norma UNI EN 10224; flange conformi alla norma UNI EN 1092-1, dotate di guarnizioni secondo la norma UNI EN 681-1.

## **7. RIVESTIMENTI**

### **7.1. RIVESTIMENTI ESTERNI**

#### **7.1.1. Rivestimenti in polietilene**

I rivestimenti esterni in polietilene devono rispondere ai requisiti della norma UNI 9099 e ad alle prescrizioni del presente 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.

La preparazione della superficie da rivestire deve prevedere la rimozione, mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico, della ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti, sino ad ottenere un metallo quasi bianco, ossia finché il 95% della superficie sia esente da ogni residuo visibile.

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

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

Tutte le forniture devono essere accompagnate da certificati attestanti le prove di collaudo previste dalla UNI 9099, nonché da un certificato di analisi relativo alle materie prime utilizzate, con il riferimento alle prove inerenti le principali caratteristiche fisico-chimiche.

#### **7.1.2. Rivestimenti in vernice bituminosa**

L'utilizzo del rivestimento esterno bituminoso è da limitarsi alle sole situazioni di urgenza (es. interventi su condotte esistenti con rivestimento esterno bituminoso)

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.

La preparazione della superficie da rivestire deve prevedere la rimozione, mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico, della ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti, sino ad ottenere un metallo quasi bianco, ossia finché il 95% della superficie sia esente da ogni residuo visibile.

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

Lo spessore medio dello strato di fondo deve 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 deve 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 deve applicare sul tubo ancora caldo una mano di latte di calce.

Tutte le forniture devono essere accompagnate da certificati attestanti le prove di collaudo previste dalla UNI ISO 5256, nonché da un certificato di analisi relativo alle materie prime utilizzate, con il riferimento alle prove inerenti le principali caratteristiche fisico-chimiche.



### 7.1.3 Rivestimenti in poliuretano

I rivestimenti esterni in poliuretano devono rispondere ai requisiti della norma UNI EN 10290 ed alle prescrizioni del presente disciplinare.

Tutte le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 10290 restano interamente valide se non sostituite o annullate da clausole più restrittive incluse in questo disciplinare.

La preparazione della superficie da rivestire deve prevedere la rimozione, mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico, della ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti, in modo da raggiungere una finitura superficiale pari ad un grado di sabbiatura tipo Sa 2½ (secondo la norma ISO 8501-1:2007).

Nelle ore immediatamente successive alla preparazione della superficie, si procede all'applicazione della vernice poliuretanica, impiegando l'impianto bi-mixer, raggiungendo uno spessore non inferiore a 1500 µm (classe B secondo UNI EN 10290) con una sola passata o con più passate. In ogni caso, l'applicazione di detto ciclo di rivestimento dovrà garantire un isolamento dielettrico non inferiore ai 20 Kv.

Tutte le forniture devono essere accompagnate da certificati attestanti le prove di collaudo previste dalla UNI EN 10290, nonché da un certificato di analisi relativo alle materie prime utilizzate, con il riferimento alle prove inerenti le principali caratteristiche fisico-chimiche.

### 7.1.4 Rivestimenti esterni per tratte fuori terra

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

#### Opere esterne ai manufatti

La preparazione della superficie da rivestire deve prevedere la rimozione, mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico, della ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti, sino ad ottenere un metallo quasi bianco, ossia finché il 95% della superficie sia esente da ogni residuo visibile.

Il fondo si esegue mediante l'applicazione, a pennello o a spruzzo con macchine "airless", di *primer* zincante organico per uno spessore di *film secco* pari a 40÷50 µm.

La copertura si esegue mediante l'applicazione, dopo l'avvenuto essiccamento del *primer*, di una mano di pittura epossibituminosa, con uno spessore di *film secco* pari a:

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

La pittura deve essere applicata a pennello, a rullo o a spruzzo.

L'indurente deve essere tale, per quantità e tipo, 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 deve 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 deve avere cura di applicare una mano quando la precedente sia sufficientemente indurita e cioè dopo 12 ore circa.

Quando il rivestimento è completamente polimerizzato ed indurito, allo scopo di evitare accumulo di calore per eventuale esposizione ai raggi solari, si deve coprire il rivestimento con uno strato di finitura costituito da un *film* di pittura riflettente, a base bituminosa, colore alluminio, per uno spessore di film secco pari a  $40 \div 50 \mu\text{m}$ .

#### Opere all'interno dei manufatti

La preparazione della superficie deve avere eseguita secondo le modalità già descritte per le "opere esterne ai manufatti".

Il fondo si esegue mediante l'applicazione di due mani di minio oleo - fenolico o di una mano *primer* zincante organico, per uno spessore di film secco pari a  $40 \div 50 \mu\text{m}$ .

La copertura si esegue mediante l'applicazione, dopo l'avvenuto essiccamento del primer, di due mani di pittura epossidica-bituminosa, avente uno spessore di *film* secco pari a:

- $200 \div 250 \mu\text{m}$  per tubazioni, raccordi e apparecchiature idrauliche;
- $150 \mu\text{m}$  per carpenterie metalliche in genere.

La pittura deve avere le stesse caratteristiche descritte per le "opere esterne ai manufatti".

Quando il rivestimento è completamente polimerizzato ed indurito, deve essere applicato uno strato di finitura costituito da una mano di smalto a colore, di spessore pari a  $50 \mu\text{m}$ , scelto dalla Direzione Lavori.

## **7.2. RIVESTIMENTI INTERNI**

Il rivestimento interno deve essere costituito da vernici a base di resina epossidica, omologate e senza solventi, con spessore minimo pari a  $250 \mu\text{m}$  (misurato a secco).

Non sono ammessi rivestimenti interni di vernice bituminosa.

Le estremità devono essere prive del rivestimento per una profondità tale che la sezione di saldatura di giunzione disti almeno 10 cm dalla parte rivestita.

La parte non rivestita dovrà essere trattata con protettivo temporaneo.

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

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

Dopo il periodo necessario alla completa essiccazione del rivestimento, si esegue la prova di aderenza: si effettua, mediante un coltello, un intaglio a "V" all'estremità del rivestimento, fino a raggiungere il metallo; si prova, quindi, il distacco del *film* cercando di scalzare, partendo dalla punta, la superficie a "V" incisa. Il distacco dalla superficie metallica del rivestimento costituisce un esito negativo del *test*.

Detta prova deve essere effettuata su un tubo ogni turno di produzione o ogni 200 tubi prodotti.

Deve essere, inoltre, eseguita, la misura dello spessore; essa va effettuata:

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

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

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

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

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

La riparazione deve essere eseguita nel seguente modo:

- realizzazione sulla zona da riparare di una leggera smerigliatura fino a ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- rimozione della polvere ed ogni altro residuo dalla zona da riparare;
- applicazione sulla zona interessata della resina fino ad ottenere lo spessore secco di 250 µm.

I prodotti impiegati devono essere idonei al contatto con acqua destinata all'alimentazione umana; a dimostrazione di ciò, tutte le forniture devono essere accompagnate dalla Dichiarazione di Conformità al Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute

## **8. PRESCRIZIONI GENERALI SUI COILS**

I nastri (coils) devono essere contraddistinti dal numero di colata e devono inoltre essere accompagnati da un certificato di conformità "CE".

Le prove, di cui al punto 9 del presente disciplinare, devono essere eseguite dal fabbricante e i certificati di collaudo, di cui al punto 10 del presente disciplinare, devono accompagnare la fornitura per essere poi messi a disposizione della Direzione dei lavori la quale avrà la facoltà di fare eseguire prove di controllo sui nastri.

In caso di non rispondenza delle caratteristiche con quanto previsto nel presente disciplinare, potranno non essere accettati tutti i materiali (tubi e raccordi) contraddistinti con quel numero di colata.

## **9. MARCATURE DI TUBI E RACCORDI**

Ogni tubo e raccordo deve essere marcato in modo leggibile, mediante stampigliatura o altro tipo di marcatura indelebile, con le seguenti informazioni:

- nome o marchio di identificazione del fabbricante;
- il numero della norma europea EN 10224;
- la designazione dell'acciaio (es. L355);
- dimensioni del tubo (diametro e spessore);
- marcatura comunitaria tipo "CE";
- ove richiesto, la lettera S (tubo senza saldatura) o la lettera W (tubo saldato).

La marcatura del tubo deve iniziare non oltre 300 mm da un'estremità.

## 10. CONTROLLI E PROVE

Si riportano, di seguito, i controlli e le prove da effettuare sulle lamiere (coils), sui tubi e raccordi di acciaio. Per quanto non specificato nel presente paragrafo si fa riferimento alle prescrizioni indicate nella norma UNI EN 10224 (punto 7, punto 8.4 - prospetto 14, punto 10).

- Controllo delle caratteristiche chimiche e meccaniche delle lamiere (o coils) di acciaio: le prove da eseguire sulle lamiere destinate alla costruzione dei tubi sono appresso indicate e verranno effettuate in ragione di una lamiera (coil) per ogni colata:
  - Prova di trazione longitudinale e trasversale, prova di resilienza: da eseguirsi con le modalità definite dalle norme UNI EN 10002;
  - Analisi chimica: da attuarsi per ogni colata e da eseguire in conformità alle prescrizioni riportate nella norma UNI EN 10224 (vedere anche punto 3 del presente disciplinare).
- Prova di trazione sulle tubazioni: deve essere eseguita in conformità alla norma EN 10002-1. Il carico unitario minimo di snervamento, l'intervallo del carico unitario di rottura e l'allungamento minimo per tubi e raccordi devono essere conformi al prospetto 3 della norma UNI EN 10224. Per i raccordi e le curve a raggio uniforme, provenienti da lamiere o nastri, le caratteristiche della prova di trazione devono essere determinate dopo la formatura.
- Prova di schiacciamento: deve essere eseguita in conformità alla EN 10233. La saldatura di tubi saldati deve essere posizionata a 90° rispetto alla direzione di schiacciamento, e il provino deve essere spianato finché la distanza tra le facce non è maggiore del 67% del diametro esterno iniziale. Non sono ammesse fessurazioni o imperfezioni nel metallo o nella saldatura, tranne quelle che si generano sui bordi dei provini, che abbiano lunghezza minore di 6 mm e che non penetrano attraverso la parete.
- Prova di allargamento: può sostituire la prova di schiacciamento per i tubi fino a 150 mm di diametro e 10 mm di spessore. Deve essere eseguita in conformità alla EN 10234. Un'estremità del provino deve essere allargata, utilizzando un cono che abbia un angolo di 60°, finché l'aumento del diametro esterno non è minore del valore appropriato indicato al prospetto 3 della UNI EN 10224. Non sono ammesse fessurazioni o imperfezioni nel metallo e nella saldatura, tranne lievi fessurazioni incipienti ai bordi del provino.
- Prova di piegamento della saldatura: deve essere eseguita in conformità alla norma EN 910. Le provette devono essere piegate per un angolo di 180° attorno ad un mandrino di diametro specificato nel prospetto 3 della norma UNI EN 10224. Non sono ammesse fessurazioni o imperfezioni nel metallo di saldatura, nella linea di fusione nella zona termicamente alterata o nel metallo base, salvo nei casi in cui: l'imperfezione dovuta alla penetrazione incompleta al fondo o la mancanza di fusione abbia il metallo integro nella parte sottostante ed intorno ad esso; le fessurazioni ai bordi del provino abbiano lunghezza inferiore a 6 mm e non penetrino attraverso la parete.
- Prova di tenuta: tale prova deve essere del tipo "idrostatico" e deve essere espressamente effettuata per ogni tubo, il quale deve resistere al test senza perdite o deformazioni visibili. La prova deve essere eseguita ad una pressione calcolata come segue:  $P = 20 ST/D$ , dove P è la pressione, in bar, D è il diametro esterno, in millimetri, T è lo spessore di parete, in millimetri, S è la sollecitazione in Mpa corrispondente al 70% del carico unitario minimo di snervamento per il grado di acciaio utilizzato. La Pressione di Funzionamento Ammissibile (PFA) della condotta, rispetto alla Pressione di prova (P), calcolata come

indicato sopra, deve essere tale che il coefficiente di sicurezza ingegneristico  $\sigma$  nella seguente formula  $P = \sigma \times PFA$  sia comunque non inferiore a **1,5**.

- Prova non distruttiva del cordone di saldatura dei tubi saldati: per i tubi saldati elettricamente e saldati testa a testa, la prova deve essere eseguita in conformità alle norme EN 10246-3, EN 10246-5 e EN 10246-7. Per i tubi saldati ad arco sommerso, si esegue il controllo mediante ultrasuoni, in conformità alla EN 10246-9, lungo l'intera lunghezza del tubo.
- Prova non distruttiva delle saldature dei raccordi: il cordone di saldatura dei raccordi o dei componenti di raccordi devono essere sottoposti al controllo effettuato per i tubi saldati ad arco sommerso, di cui al punto precedente. Tutte le saldature che non siano il cordone di saldatura devono essere sottoposte a prova in conformità ad uno dei seguenti metodi: controllo mediante liquidi penetranti in conformità alla EN 571-1; controllo mediante particelle magnetiche in conformità alla EN 1290; controllo mediante ultrasuoni in conformità alla EN 1714; controllo radiografico in conformità alla EN 1435.
- Esame visivo: i tubi ed i raccordi devono essere sottoposti ad esame visivo per verificare che siano privi di difetti superficiali interni ed esterni e che lo stato della superficie esterna e, dove praticabile, lo stato della superficie interna siano tali che i difetti e/o le imperfezioni superficiali che richiedono la riparazione possano essere identificati. Deve essere ammissibile riparare i difetti superficiali mediante la molatura o la lavorazione di macchina, purché, dopo averlo fatto, lo spessore di parete nella zona riparata non sia minore dello spessore minimo. Tutte le aree molate o lavorate di macchina devono essere raddrizzate perfettamente al contorno del tubo.
- Controllo delle dimensioni: i tubi ed i raccordi devono essere controllati per verificare che siano soddisfatti i requisiti indicati al punto 4 del presente disciplinare e ai punti 7.6, 7.7, 7.8, 7.9 e 7.10 della norma UNI EN 10224. Generalmente per la misurazione del diametro esterno si utilizza un calibro. Tuttavia, per i tubi con un diametro esterno maggiore o uguale a 406,4 mm si può utilizzare un nastro circonferenziale.

## 11. ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI

Ai fini delle accettazioni dei prodotti, il Direttore dei Lavori, deve verificare che ciascuna fornitura sia corredata di una copia della seguente certificazione:

- *Certificazione di conformità del sistema qualità aziendale*: La Ditta produttrice deve possedere un *Sistema Qualità aziendale* conforme alla norma vigente ISO 9001 (relativamente alla produzione di tubi e raccordi di acciaio), approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.
- *Certificazione di conformità del sistema di gestione ambientale (solo su richiesta della D.L.)*: La Ditta produttrice deve possedere un *Sistema di Gestione Ambientale* conforme alla vigente norma ISO 14001 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.
- *Certificazione di conformità dei prodotti*: certificazione, rilasciata da un Organismo terzo accreditato secondo la norma UNI EN ISO/IEC 17065 che attesta che le tubazioni e i raccordi sono conformi ai requisiti della norma UN EN 10224.

- *Certificato di collaudo*: Certificazione del tipo 3.1 conforme alla norma UNI EN 10204, rilasciata dai produttori dei materiali, riportante i controlli e le prove di cui al punto 9 del presente disciplinare effettuate sulle lamiere, sui tubi e raccordi.
- *Certificato di Conformità “CE”* (per i tubi e raccordi): Autocertificazione del produttore, redatta secondo lo schema prescritto dalle norme UNI EN ISO IEC/17000, con la quale questi si assume la responsabilità legale che il prodotto sia conforme alla normativa UNI EN 10224, come previsto dalla direttiva comunitaria n. 89/106/EEC, *technical body* n. ECISS/TC 29 e *work item* n. EC029001.
- *Certificato di Conformità “CE”* (per le lamiere): Certificazione rilasciata da un Organismo terzo, accreditato secondo lo schema prescritto dalle norme UNI EN ISO IEC/17000, che attesta che i *coils* sono conformi alla normativa UNI EN 10025-1, come previsto dalla direttiva comunitaria n. 89/106/EEC, *technical body* n. ECISS/TC 10 e *work item* n. EC010033.
- *Dichiarazione di Conformità al Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute*: Dichiarazione rilasciata da laboratori terzi accreditati, relativa ai rivestimenti interni, agli elastomeri (nel caso di giunzioni flangiate) e in generale a tutti i materiali che devono entrare in contatto con l’acqua potabile.

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

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

## 12. RIPROVE E MOTIVI DI RIFIUTO

I tubi e i raccordi devono essere accettati nei seguenti casi:

- se privi di tutte o di alcune delle marcature prescritte;
- se la ditta fornitrice non produce i documenti di cui al punto 10 del presente disciplinare.

Qualora siano state richieste prove presso Laboratori indipendenti, se i risultati delle prove effettuate si discostano impropriamente (anche per una sola caratteristica) dai requisiti richiesti dalle norme, nonché dai valori attestati nel certificato di collaudo, la fornitura deve essere rifiutata.

## 13. TRASPORTO, POSA IN OPERA E RINTERRO

### Movimentazione

Per la movimentazione delle tubazioni si devono usare di preferenza:

- cinghie larghe e lisce in tessuto o in gomma rinforzata, opportunamente disposte per assicurare la stabilità del tubo;
- imbracature munite di appositi ganci opportunamente rivestiti, fissati alle estremità di ciascun tubo, con l’accortezza di non danneggiare i rivestimenti interni.

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

#### Carico e scarico

Nelle operazioni di carico devono essere prese tutte le precauzioni al fine di evitare che, durante il trasporto, avvengano degli scivolamenti, e che i tubi ed il loro rivestimento vengano deteriorati.

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

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

La superficie di appoggio deve essere piana e priva di ghiaia, pietre ed altri oggetti acuminati che possano penetrare nel rivestimento.

I tubi devono 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 simili deve essere tale, per numero, intervallo e forma, da impedire la flessione dei tubi e da limitare la pressione di contatto.

#### Scavo

Lo scavo deve essere effettuato a sezione obbligatoria.

Deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati.

Durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità nel terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare che l'acqua di tale falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere pari a  $DN + 70$  cm.

Le profondità di scavo devono essere tali da garantire, in ogni sezione, profondità minime di interrimento, misurate dalla generatrice superiore del tubo, non inferiori a 110 cm.

In ogni caso, le profondità minime di interrimento devono essere valutate in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo; ogni eventuale deroga deve essere espressamente autorizzata dalla Direzione Lavori.

Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione deve essere protetta mediante opportune solette in c.a.

### Apertura della pista

Per la posa della condotta, l'Impresa, come prima operazione, deve provvedere all'apertura della pista di transito che occorre per consentire il passaggio, lungo il tracciato, dei mezzi necessari all'installazione della condotta stessa.

### Sfilamento dei tubi

Lo sfilamento deve essere eseguito con tutte le precauzioni necessarie per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

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

### Pulizia dei tubi ed accessori

Prima della posa in opera, ciascun tubo o spezzone e pezzo speciale, deve essere, a piè 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 Direzione Lavori, 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 si deve evitare 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.

### Discesa dei tubi, raccordi ed apparecchi

I tubi, raccordi ed apparecchi devono 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 deve provvedere alla regolazione del piano di posa.

Nei casi in cui il terreno di imposta è sciolto e se previsto dagli allegati progettuali, le tubazioni possono poggiare direttamente sul fondo delle trincee previo semplice spianamento; altrimenti, devono poggiare su un letto di posa, ben costipato, costituito da sabbia.

Il fondo del cavo deve essere stabile; nei tratti in cui si temano assestamenti e cedimenti differenziali si deve provvedere a consolidare il piano di posa; questo consolidamento deve essere 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, all'occorrenza, appoggi discontinui quali selle o mensole.

In ogni caso, qualunque decisione in merito alla posa delle tubazioni ed all'eventuale consolidamento del piano di posa deve essere sempre presa dalla Direzione Lavori, in base a misurazioni, esperimenti e saggi che verranno eseguiti dall'Impresa assuntrice, a sue cure e spese.

Ove previsto il letto di sabbia, questo deve avere uno spessore non minore di 20 cm misurato sotto la generatrice inferiore della tubazione e deve essere esteso a tutta la larghezza del cavo.



Prima della posa in opera delle condotte, il fondo del cavo deve essere accuratamente livellato, in modo da evitare rilievi ed infossature, e da consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza.

È 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 devono essere scavate apposite incavature e nicchie necessarie per poter eseguire regolarmente, nello scavo, tutte le operazioni relative alla formazione delle giunzioni e alla successiva, accurata, ispezione, in sede di prova.

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

#### Profondità di posa

La profondità della posa è quella indicata nei profili longitudinali di progetto, salvo le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione Lavori.

#### Precauzioni da usare durante i lavori

Durante l'esecuzione dei lavori di posa l'impresa deve adottare tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Deve impedire, 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 deve, inoltre, impedire che le trincee siano invase dalle acque piovane.

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

#### Integrità del rivestimento

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 EN 12954, mediante idonee apparecchiature di rilevazione atte ad accertare l'assenza di abrasioni o lesioni dell'involucro protettivo comunque costituito.

La Direzione Lavori 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.

Le eventuali riparazioni devono essere tali da garantire la ricostruzione dell'involucro protettivo di efficacia pari a quello originario e devono essere realizzate come descritto al punto 15 del presente disciplinare.

#### Posa in opera dei tubi e dei raccordi

Dopo che i tubi vengono trasportati a piè d'opera, lungo il tratto di condotta da eseguire, si procede alla rettifica del fondo del cavo all'uopo predisposto, in modo da renderlo perfettamente livellato.

Ove occorra, si predispone il letto di posa.

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

I tubi devono essere controllati come descritto al punto precedente, quindi calati nello scavo e disposti nella giusta posizione per la esecuzione delle giunzioni.

Nel caso in cui non venga realizzato il corretto allineamento dei tubi, la Direzione Lavori può richiedere la rimozione della tubazione già posata.

L'impiego dei raccordi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla Direzione Lavori.

Nella messa in opera dei raccordi deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta.

#### Giunzione dei tubi

Verificata pendenza ed allineamenti si procede alla giunzione dei tubi.

Le giunzioni saldate verranno realizzate come indicato al punto 13 del presente disciplinare.

Le estremità dei tubi e dei raccordi da giuntare e le eventuali guarnizioni devono essere perfettamente pulite.

La giunzione deve garantire la continuità idraulica ed il comportamento statico previsto dal progetto.

Quindi, viene ripristinato il rivestimento in corrispondenza delle giunzioni, con le modalità indicate al punto 14 del presente disciplinare.

#### Prova d'isolamento e protezione catodica

Al termine delle operazioni di posa, giunzione e ripristino del rivestimento, devono essere eseguite le prove di continuità dielettrica, e, a tubazione interrata, le prove della resistenza d'isolamento, al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo.

Qualora la determinazione della resistenza di isolamento, eseguita secondo la norma UNI EN 12954, rilevi la necessità di procedere alla riparazione dei rivestimenti lesionati questa deve avvenire secondo le modalità indicate al punto 15 del presente disciplinare.

La riuscita del ripristino del rivestimento deve essere nuovamente controllata con apposito rilevatore a scintilla tarato.

Nei casi in cui la presenza di correnti vaganti e/o la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa lascia prevedere la possibilità di corrosione, le tubazioni devono essere 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 EN 12954, UNI 9783 e dallo specifico disciplinare redatto da Acquedotto Pugliese.

A prescindere dal sistema con cui la protezione attiva verrà eseguita, deve essere 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 deve procedere, in assenza di correnti vaganti, alla protezione catodica temporanea mediante unità galvaniche, mentre, in presenza di correnti vaganti, devono essere installati dei gruppi di alimentazione provvisori con dispersori di durata limitata.

#### Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procede al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari devono essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

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

Nel caso in cui detto materiale risulti insufficiente o, a giudizio della Direzione Lavori, non idoneo, si devono utilizzare materiali provenienti da cava di prestito.

Il materiale deve essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati successivi di spessore pari a circa 25 cm, regolarmente spianato, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato, al di sotto e lateralmente al tubo, al fine di ottenere un buon appoggio, esente da vuoti, e al fine di impedire cedimenti e spostamenti laterali.

Ove occorra, il rinfianco può essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

#### Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procede, con la condotta ancora in pressione, al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, ed al rinterro completo di tutta la condotta sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, con le modalità e i materiali di cui al precedente punto.

Qualora le materie scavate fossero costituite da pietrame o detriti di roccia, si sceglierà la parte più fina (dimensione massima pari a 3 cm) per costruire con essa un primo strato di almeno 30 cm di copertura sulla generatrice superiore del tubo.

Il rimanente strato di 50 cm sarà costituito col materiale disponibile.

#### Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con materiale proveniente dagli scavi.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada devono essere effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si deve aver cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie annaffiature sino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un opportuno grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale che, una volta effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca, col tempo e per effetto del traffico anche pesante, alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa.

Nel caso in cui si verificano cedimenti prima del collaudo, l'Impresa, a sua cura e spese, deve procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale, fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

## **14. ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI SALDATE**

### Qualità delle saldature

La saldatura in cantiere dei giunti deve assicurare, oltre alla tenuta idraulica, l'efficienza nelle normali condizioni di collaudo e di esercizio.

### Qualifica dei saldatori

Tutti i saldatori devono essere qualificati per i procedimenti di saldatura per cui sono proposti dall'appaltatore dei lavori.

Prima dell'inizio delle attività di saldatura, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Committente la certificazione di qualifica dei saldatori, rilasciata da un ENTE terzo competente (IIS, RINA, TUV etc.), la cui validità sarà testimoniata dall'elenco dei lavori eseguiti dal saldatore

negli ultimi 6 mesi; se il saldatore non ha eseguito lavori negli ultimi 6 mesi, il suo patentino sarà ritenuto scaduto e dovrà pertanto provvedere al suo rinnovo.

Devono essere impiegati saldatori qualificati secondo le specifiche seguenti, per i procedimenti e gli elettrodi per i quali hanno conseguito la qualifica:

- per saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, secondo le norme UNI EN 287-1 procedimento 111;
- per saldatura ossiacetilenica, secondo le norme UNI 5770.

#### Preparazione delle estremità per giunzione testa a testa

Le estremità dei tubi devono essere fornite: a lembi retti, per tubi e raccordi con spessori inferiori a 3,2 mm; a lembi smussati, per tubi e raccordi con spessori maggiori o uguali a 3.2 mm.

La preparazione delle estremità di tubi e raccordi deve essere effettuata come previsto dal punto 7.10 della norma UNI EN 10224.

#### Procedimenti

La realizzazione dei giunti saldati in cantiere deve essere ottenuta, di norma, con saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi rivestiti.

Possono essere adottati anche altri procedimenti di saldatura, purché approvati dalla Direzione Lavori.

#### Saldatura con elettrodi rivestiti

La saldatura con elettrodi rivestiti può essere eseguita con i procedimenti del tipo discendente e ascendente.

*Procedimento discendente* - Nel caso di giunti con saldatura testa a testa, la prima passata va eseguita preferibilmente con elettrodi a rivestimento "cellulosico"; le passate successive possono essere eseguite sia con elettrodi di tale tipo, sia con quelli di tipo "rutilcellulosico". La prima passata non deve essere eseguita con procedimento ascendente.

Nel caso di giunti a sovrapposizione possono essere usati sia elettrodi a rivestimento "cellulosico" sia elettrodi a rivestimento "rutilcellulosico".

*Procedimento ascendente* - Nel caso di giunti testa a testa la prima passata va eseguita con elettrodi a rivestimento "cellulosico", le passate successive possono essere eseguite sia con elettrodo di tale tipo, sia con quelli di tipo "basico" o "rutilcellulosico". Nel caso di tubazioni con spessori sottili si possono usare anche elettrodi al "rutile", sia per la prima, che per la seconda passata.

Nel caso di giunti a sovrapposizione possono essere usati sia elettrodi a rivestimento "cellulosico" sia elettrodi a rivestimento "rutilcellulosico".

#### Attrezzature

Le saldatrici, le moto-saldatrici, le linee elettriche di collegamento e gli accessori relativi, durante tutta la durata del lavoro, devono essere tenuti in condizioni tali da assicurare la corretta esecuzione e continuità del lavoro, nonché la sicurezza del personale.

#### Elettrodi

Gli elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco rovescio devono essere omologati secondo le tabelle della norma UNI EN ISO 2560-2007.

#### Qualifica dei fili

È necessario che i fili per la saldatura siano scelti in relazione al materiale base ed al procedimento di saldatura previsto; l'impresa deve trasmettere alla Direzione Lavori 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 deformatesi a causa di danneggiamenti subiti durante il trasporto; queste ultime devono essere ripristinate, di norma, previo adeguato riscaldamento della zona interessata.

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

### Operazioni di saldatura

I tubi devono essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle estremità ed al rivestimento, al fine di accertare che, nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico, non siano stati danneggiati.

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

Le impurità eventualmente presenti devono 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 è necessario operare un preriscaldamento.

Si deve evitare la realizzazione di saldature quando le condizioni atmosferiche (pioggia, forte umidità, vento, ecc.) siano giudicate pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse.

Nel caso di saldatura testa a testa, la prima passata deve assicurare una efficiente ed uniforme penetrazione.

Eventuali riprese all'interno, se il diametro della condotta lo permette, possono essere fatte, dopo molatura, con un elettrodo cellulosico Ø32,5 e procedimento discendente.

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

Dopo ogni passata o prima della successiva devono essere eliminate tracce di ossido o scoria, per mezzo di appositi utensili.

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

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

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

Gli elettrodi devono 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 deve essere possibile individuare il lavoro eseguito, mediante apposizione di un numero od una sigla.

### Preriscaldamento

Il preriscaldamento è necessario nei casi di temperatura ambiente inferiore a +5°C e per spessori superiori a 8 mm.

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 deve essere mantenuta, durante la saldatura, ad una temperatura non inferiore a 50 °C.

Il preriscaldamento può essere effettuato con fiamma di qualunque tipo, per induzione o con resistenza elettrica.

## **15. RIPRISTINI E RIPARAZIONI NELLE ZONE DI GIUNZIONE**

### **15.1. Ripristino del rivestimento in polietilene nella zona di giunzione**

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

La qualità dei materiali deve essere almeno uguale a quella del rivestimento di fabbrica del tubo e, inoltre, detti materiali devono essere facilmente applicabili con le normali attrezzature di cantiere.

I rivestimenti, se non diversamente stabilito dagli allegati progettuali, devono essere costituiti da nastri di polietilene autoadesivi conformi alla norma UNI EN 12068.

In alternativa possono essere adoperati materiali termorestringenti conformi alla stessa norma.

Per l'applicazione dei nastri di polietilene devono essere eseguite le seguenti operazioni:

- 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 sgrassatura della superficie metallica;
- 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;
- riempimento dei vuoti e raccordo degli spigoli con mastice anticorrosivo
- 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
- applicazione agli estremi di due anelli di nastro avvolto a sigaretta suddividendolo ugualmente fra il rivestimento della tubazione e quello realizzato sul giunto;
- 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 deve essere inferiore ai 2 mm.

La fasciatura deve essere eseguita con una attrezzatura tale da assicurare alla fascia una tensione sufficiente ad ottenere una perfetta.

La buona riuscita operazione di ripristino deve essere controllata con il rilevatore a scintilla tarato.

Per l'applicazione delle fasce bituminose devono essere eseguite le seguenti operazioni:

- 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;
- 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;
  - ravvivare il bitume delle zone così ottenute con opportuno utensile;
  - 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;
  - 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
  - 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;
  - 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.

### **15.2. Ripristino del rivestimento di poliuretano nella zona giunzione**

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

La qualità dei materiali deve essere almeno uguale a quella del rivestimento di fabbrica del tubo e, inoltre, detti materiali devono essere facilmente applicabili con le normali attrezzature di cantiere.

Le alternative che possono essere seguite, per il rivestimento dei giunti saldati, nel caso di tubi rivestiti in poliuretano, sono sostanzialmente 3:

- Utilizzo del kit dato a corredo (del tutto analogo al prodotto spruzzato con impianto bi-mixer, ma caratterizzato da tempi di indurimento dell'ordine di 2÷2,5 ore). I 2 componenti di questo kit possono essere mescolati direttamente in cantiere; al termine del processo di mescolamento è possibile distribuire sui giunti saldati uno strato di questa vernice, impiegando una spatola o un pennello (se lo si preferisce).
- Utilizzo delle bande termo restringenti, del tutto analoghe a quelle impiegate per il rivestimento polietilenico a triplo strato.
- Utilizzo delle bande in **altene** (polietilene a freddo).

### **15.3. Riparazione dei danni subiti dal rivestimento in polietilene**

Se a seguito delle operazioni di carico, trasporto, scarico e sfilamento a bordo cavo, il rivestimento di polietilene dovesse subire danneggiamenti, la Direzione Lavori stabilisce, a suo insindacabile giudizio, se i danni siano riparabili oppure no; in questo secondo caso impone l'allontanamento del tubo dal cantiere e ne vieta l'utilizzazione.

#### Riparazione su piccoli difetti

Sono da considerarsi piccoli difetti:

- discontinuità del rivestimento di superficie massima pari a 10 cm<sup>2</sup>;
- graffi, incisioni e di 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.

#### Riparazione di piccoli danni

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 effettua con l'applicazione di toppe costituite da strati alternati di miscela bituminosa e di armatura, cercando di assicurare l'aderenza della toppa sovrapposta al rivestimento preesistente.

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

#### Riparazione di danni estesi

Se il danno è tale da alterare l'integrità del primo strato protettivo portando allo scoprimento della superficie del tubo, si deve 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 effettua con i metodi ed i materiali previsti per il rivestimento dei giunti di saldatura.

La zona riparata in tutte e due i casi dovrà essere controllata rilevatore a scintilla tarato.

### **15.3. Riparazione dei danni subiti dal rivestimento in poliuretano**

Se il rivestimento poliuretano dovesse subire danneggiamenti a seguito delle operazioni di carico, trasporto, scarico e sfilamento a bordo cavo, la Direzione Lavori stabilisce, a suo insindacabile giudizio, se i danni siano riparabili oppure no; in questo secondo caso impone l'allontanamento del tubo dal cantiere e ne vieta l'utilizzazione.



Per quanto riguarda le riparazioni, siano esse di piccole, medie o grandi dimensioni, è necessario molare (fino a metallo grezzo) e pulire la zona danneggiata; quindi è sufficiente applicare a spatola o a pennello il prodotto descritto al punto 1 del paragrafo 14a. In ogni caso lo spessore a film secco dovrà essere tale da garantire la continuità e classe di isolamento analoga a quanto previsto per la condotta.

## **16. ISOLAMENTO E CONTINUITÀ ELETTRICA DELLE CONDOTTE**

### Sezionamento elettrico della condotta

Le tubazioni, in corrispondenza di opere di presa, torrini, vasche di disconnessione, serbatoi, impianti di sollevamento e diramazioni, devono essere isolate impiegando giunti isolanti di tipo monolitico a saldare.

### Isolamento in corrispondenza di blocchi di ancoraggio e di attraversamenti di muratura

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

La tubazione deve 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 devono 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 devono essere trattate con idoneo 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 mm<sup>2</sup>, al fine di garantire la continuità elettrica.

### Isolamento tratte pensili

Gli eventuali tratti aerei della condotta devono essere “messi a terra” per mezzo di scaricatori, del 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 devono interporre tra questi e la condotta idonei materiali isolanti (Teflon, polietilene, PVC), di adeguato spessore.

Nel caso di tratte di condotta sufficientemente lunghe, tali da necessitare di opere supplementari per consentirne l'ispezione (camminamenti, passerelle, ecc.), ove non sia possibile isolare la condotta aerea, devono essere inseriti 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, deve essere realizzato un “cavallotto equipotenziale”, con idoneo cavo della sezione di 50 mm<sup>2</sup>.

### Isolamento in corrispondenza di attraversamenti con tubo guaina

La condotta deve essere elettricamente scollegata al tubo guaina.

Il tubo guaina, in generale, deve essere protetto contro la corrosione con anodi sacrificali opportunamente dimensionati.

## 17. CONTROLLI IN CANTIERE

### Controlli non distruttivi sulle saldature

Dopo l'esecuzione delle giunzioni mediante saldature con giunto testa a testa, al fine di verificare la buona fattura delle stesse, devono essere eseguiti dei controlli radiografici.

La frequenza di detti controlli sarà stabilita dalla Direzione Lavori e comunque non deve essere inferiore a n. 3 controlli ogni 1000 m di condotta posata.

Detti controlli devono essere realizzati da ditta con personale qualificato 2° livello, in accordo alla norma UNI EN 473.

I controlli radiografici devono essere eseguiti in accordo alla norma UNI EN 1435.

I risultati delle prove devono essere conformi alla norma UNI EN 25817 - livello C.

Tutti i difetti relativi alle saldature (cricche longitudinali e trasversali, incompleta penetrazione, incompleta fusione, porosità, scorie, ecc.) sono considerati inaccettabili e devono essere eliminati esclusivamente mediante taglio della parte difettosa.

I risultati dei controlli e le relative radiografie devono essere trasmessi, come certificazione, alla Direzione Lavori.

Alle suddette prove, la Direzione Lavori può associare anche controlli di altro tipo (ultrasonico, elettromagnetico, con liquidi penetranti).

Per saldature con giunto a bicchiere la verifica che risulta più idonea è quella con liquidi penetranti (*liquid penetrant test*).

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

Al fine di verificare che le saldature vengano realizzate nel rispetto delle procedure qualificate e mantenendo le caratteristiche meccaniche richieste, la Direzione Lavori ha la facoltà di ordinare il taglio di tronchetti contenenti la saldatura, a cura e spese dell'Appaltatore, da cui ricavare provette da sottoporre a controlli distruttivi presso laboratori accreditati SINAL, fino ad una percentuale dello 0,3% delle saldature eseguite.

Tali provette devono essere sottoposte alle prove previste per la qualifica WPS.

### Controllo di continuità dielettrica sui rivestimenti

Il controllo della continuità deve essere eseguito con strumento rilevatore a scintilla, con tensione ai morsetti compresa tra 15 kV e 20 kV.

### Controllo della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera e pieni di acqua

La tubazione interrata deve presentare una resistenza di isolamento non inferiore a 1000 Ohm\* m<sup>2</sup>, misurata su una lunghezza di tubazione non inferiore a 50 m.

La misura della resistenza di isolamento deve essere eseguita con il metodo proposto dalla Sezione T - 2D del Comitato Tecnico della NACE (*National Association of Corrosion Engineers*)

Le misure delle varie grandezze richiamate in detto metodo devono essere eseguite dopo aver fatto circolare, in maniera continuativa, la corrente di misura per un periodo di tempo sufficiente a far polarizzare la tubazione e, comunque, non inferiore a 5 ore.

Il rilievo dei potenziali in ciascun punto di misura, deve essere determinato quale media di 5 valori ricavati come differenza tra le letture eseguite a corrente staccata, con un "voltmetro" a resistenza interna non inferiore a 100.000 Ω/v ed a basso tempo di risposta.

La misura della intensità di corrente circolante nella tubazione può essere seguita anche staccando il collegamento elettronico fra i due tubi contigui.

## **18. COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA**

### Generalità

La prova idraulica deve essere effettuata secondo le prescrizioni del presente disciplinare e del CSA, nel rispetto di quanto indicato nel D.M. LL.PP. del 12.12.1985 e nella Circ. Min. LL.PP. n°27291 del 20.03.1986.

### Puntellamenti ed ancoraggi

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, prima di procedere al riempimento della condotta per la prova idraulica deve essere eseguito il rinfianco ed il rinterro parziale dei raccordi corrispondenti ai punti singolari della condotta (estremità, curve planimetriche e/o altimetriche, diramazioni, variazioni di diametro, ecc.).

Deve essere, inoltre, accertata la stagionatura degli eventuali blocchi di ancoraggio e, ove occorra, devono essere predisposti i contrasti necessari.

Gli eventuali puntellamenti provvisori devono essere effettuati sulle pareti dello scavo, a mezzo di carpenteria in legno o in ferro, per facilitare lo smontaggio della condotta in caso di eventuali perdite.

Per equilibrare la spinta longitudinale sul terminale della condotta può rendersi opportuno costruire un blocco trasversale in calcestruzzo; in tal caso si deve prevedere, nel blocco stesso, un foro per il successivo passaggio, in prosecuzione, della condotta.

Nel caso di raccordi collegati a valvole di interruzione in linea, i raccordi stessi devono essere opportunamente ancorati mediante staffe metalliche, collegate a loro volta alle murature del pozzetto, allo scopo di contrastare le spinte idrostatiche, derivanti dalla differenza di pressione monte - valle della valvola, generate dalla sua chiusura.

Il dimensionamento dei dispositivi di ancoraggio e di puntellamento deve essere effettuato in funzione della pressione di prova.

### Lunghezza dei tronchi da provare

Le prove devono essere effettuate per tronchi via via completati, della lunghezza mediamente di 500 m, restando però facoltà della Direzione dei Lavori di aumentare o diminuire tali lunghezze in funzione del diametro della condotta, delle condizioni locali, della disponibilità di acqua, del numero di giunti ed accessori, del dislivello tra i punti di estremità del tratto considerato, ecc.

### Sezionamento della condotta e apparecchi di sfiato

Il sezionamento dovrà essere fatto con flange cieche o altre apparecchiature.

Se vengono utilizzate valvole come sistemi di chiusura, la pressione di prova non dovrà superare quella di esercizio della valvola e la misura della perdita ammessa per le valvole dovrà essere presa in considerazione quando si stabilisce la perdita complessiva ammessa per la tratta provata.

Il piatto di chiusura dell'estremo inferiore della tratta da provare dovrà essere forato nel punto più basso corrispondentemente alla sezione interna del tubo e munito di rubinetto per il riempimento. Il piatto di chiusura dell'estremo superiore della tratta da provare dovrà essere forato nel punto più alto corrispondentemente alla sezione interna del tubo e munito rubinetto per lo sfiato.

Occorre inoltre munire eventuali punti di colmo intermedi della tratta da provare di idonei sfiiati per assicurare lo spurgo completo dell'aria durante la fase di riempimento.

### Preparazione della prova

L'impresa è strettamente obbligata ad eseguire, al più presto possibile, le prove dei tronchi di condotta posata e, pertanto, deve seguire immediatamente le murature di sostegno e di ancoraggio; non appena scaduti i termini di stagionatura delle suddette murature di calcestruzzo, o di c.a., deve attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Deve, dunque, preparare l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori (muniti di certificato di taratura di un Laboratorio Ufficiale), e anche i materiali per sbadacchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere all'Impresa che sia assicurata in tutte le fasi di prova, l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Il Direttore dei Lavori potrà prescrivere dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua; da rimuovere in tutto o in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente alla interruzione.

L'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per l'esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte della Direzione Lavori.

### Riempimento della condotta

L'acqua andrà immessa nella condotta preferibilmente dall'estremità a quota più bassa del tronco con velocità sufficientemente bassa da permettere la completa evacuazione dell'aria dagli sfiati (la portata durante il riempimento non deve superare il 10% della portata di esercizio).

Per assicurare il completo spurgo dell'aria è necessario tenere completamente aperti i rubinetti di sfiato ubicati in corrispondenza sia del piatto di chiusura dell'estremità più alta del tronco che degli eventuali punti di colmo intermedi della tratta da provare,

L'immissione dell'acqua deve essere effettuata ad una adeguata pressione, pari ad almeno 2 bar.

### Collocazione della pompa e messa in pressione

Avvenuto il riempimento della condotta, devono essere lasciati aperti, per un certo tempo, gli sfiati, al fine di consentire l'uscita di ogni residuo d'aria; successivamente deve essere disposta, preferibilmente nel punto più basso della condotta stessa, la pompa di prova munita del relativo manometro registratore ufficialmente tarato.

Si mette in carico la condotta, attivando la pompa fino ad ottenere la pressione di prova stabilita, che deve essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto.

Specialmente nel periodo estivo e per condotte sottoposte ai raggi solari nelle ore più calde della giornata, si deve controllare il manometro, scaricando se necessario con apposita valvola della pompa, l'eventuale aumento di pressione oltre i valori stabiliti.

Dopo il raggiungimento della pressione richiesta, deve essere ispezionata la condotta per accertare che non vi siano in atto spostamenti dei puntelli o degli ancoraggi, in corrispondenza dei punti caratteristici della stessa.

### Le prove

Il collaudo idraulico della condotta consiste in due prove: l'una a giunti scoperti, a condotta parzialmente interrata, l'altra a cavo semichiuso, per un'altezza di 80 cm sulla generatrice superiore del tubo.

I rinterri devono essere eseguiti secondo le prescrizioni indicate nel presente disciplinare.

La pressione di collaudo dovrà essere pari a 1,5 la pressione di esercizio.

Per pressione di esercizio si intende il valore massimo della pressione che si può verificare in condotta per il più gravoso funzionamento idraulico del sistema, ivi comprese le massime sovrappressioni di moto vario conseguenti a prevedibili condizioni di esercizio, quando anche di carattere temporaneo e/o accidentale.

La pressione di prova non deve superare la pressione massima di prova indicata nella norma, in base alla quale i tubi, i raccordi e le flange sono stati costruiti, né la pressione di calcolo dei dispositivi di ancoraggio.

La pressione di prova minima nel punto più alto del tratto esaminato non deve essere inferiore alla pressione di esercizio in tale punto.

La prima prova avrà la durata di otto ore, la seconda di quattro.

Durante il periodo nel quale la condotta è sottoposta alla prima prova, quando la pressione della tratta che si sta esaminando si è stabilizzata al valore di esercizio, il Direttore dei lavori, in contraddittorio con l'Impresa, deve eseguire l'esame visivo di tutti i giunti dei raccordi e delle tubazioni in vista.

A tale scopo, all'inizio della prova, devono essere ben aperte e sgombrate tutte le nicchie, ed i singoli giunti devono risultare perfettamente puliti e asciutti.

Qualsiasi difetto (giunti che perdono, supporti o ancoraggi insufficienti, ecc.) deve essere eliminato prima di proseguire la prova.

Se necessario, la sezione in esame deve essere prosciugata in modo da facilitare le eventuali riparazioni.

Il buon esito della prova a giunti scoperti è dimostrato dalla concordanza tra i risultati dell'esame visivo dei giunti dei raccordi, ecc. e quelli del grafico del manometro registratore; non può essere accettata una prova in base alle sole indicazioni, ancorché positive, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti e delle tubazioni in vista.

Accertato il risultato favorevole della prima prova, si procede alla seconda prova, a cavo semichiuso, il cui buon esito risulta dal grafico del manometro registratore.

Ottenuto un risultato favorevole dalla I e dalla II prova, il Direttore dei lavori redige il "*verbale di prova idraulica*"; quindi, viene completato il rinterro.

## **19. MESSA IN ESERCIZIO DELLE CONDOTTE**

Prima della messa in esercizio della condotta, questa dovrà essere correttamente lavata per eliminare la terra o altre impurità eventualmente rimaste all'interno della condotta durante la posa.

Successivamente si dovrà provvedere a disinfettare la condotta con i sistemi e i prodotti di disinfezione richiesti dalla stazione appaltante.

Nessun compenso spetta all'Assuntore per questa operazione di disinfezione il cui onere è compreso nei prezzi di elenco per la posa in opera delle tubazioni.