



**REGIONE
PUGLIA**



CUP: E75G19000040005

**PIANO DEGLI INTERVENTI AIP 2020-2023 DI CUI ALLA DELIBERA N.6 DEL 22/02/2021
CON COPERTURA FINANZIARIA " FONDI DERIVANTI DA PROVENTI TARIFFARI"**

**PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE E DEL RECAPITO
FINALE A SERVIZIO DELL'AGGLOMERATO DEL COMUNE DI
SQUINZANO (LE)**

**Acquedotto Pugliese S.p.A.
Direzione Ingegneria**

**Il Responsabile del Procedimento
Ing. Matteo MORELLO**

**Il Direttore
Ing. Gaetano BARBONE**



Ingegneria Ambientale s.r.l.
www.ingegneriambientale.com
info@ingegneriambientale.com



Geotek plus s.r.l.
www.geotek-rilievi.com
info@geotek-rilievi.com

PROGETTAZIONE

**Il Progettista
Prof. Ing. Matteo Ranieri**



UNING s.r.l.
info@uning.it



Ingegneria s.r.l.
ingegneria@uning.it

**Il Coordinatore della Sicurezza in
fase di progettazione
Prof. Ing. Matteo Ranieri**

Elaborato

R.25

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

Codice Intervento P1370

*Codice SAP
210000023391*

*Prot. N. 27346
Data 23/04/2021*

Scala:

01	FEB.2025	Emesso a seguito osservazioni Tavolo Tecnico del 28 gennaio 2025			
00	MAG.2021	Emesso per Progetto DEFINITIVO			
N. Rev.	Data	Descrizione	Disegnato	Controllato	Approvato



**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
Ing. Gianvito Capobianco

Visto: Il Direttore
Ing. Gaetano Barbone

SETTEMBRE 2022

INDICE

1. GENERALITA'	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3. DESIGNAZIONE, CARATTERISTICHE CHIMICHE E MECCANICHE.....	5
4. DIAMETRI - SPESSORI - OVALIZZAZIONE - LUNGHEZZE.....	6
5. TIPOLOGIE E DIMENSIONI DEI RACCORDI.....	7
6. TIPOLOGIE DI GIUNZIONI	8
7. RIVESTIMENTI	9
7.1. RIVESTIMENTI ESTERNI.....	9
7.1.1. RIVESTIMENTI IN POLIETILENE.....	9
7.1.2. RIVESTIMENTI IN POLIURETANO	9
7.1.3. RIVESTIMENTI 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 IN FABBRICA.....	11
11. ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI - MOTIVI DI RIFIUTO.....	13
12. TRASPORTO, POSA IN OPERA E RINTERRO	14
13. ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI SALDATE.....	20
14. RIPRISTINI E RIPARAZIONI NELLE ZONE DI GIUNZIONE	22
14.1. RIPRISTINO DEL RIVESTIMENTO IN POLIETILENE NELLA ZONA DI GIUNZIONE ...	22
14.2. RIPRISTINO DEL RIVESTIMENTO DI POLIURETANO NELLA ZONA DI GIUNZIONE	23
14.3. RIPARAZIONE DEI DANNI SUBITI DAL RIVESTIMENTO IN POLIETILENE	23
14.4. RIPARAZIONE DEI DANNI SUBITI DAL RIVESTIMENTO IN POLIURETANO	24
14.5. RIPARAZIONE DI RIVESTIMENTI BITUMINOSI SU CONDOTTE ESISTENTI.....	24
15. ISOLAMENTO E CONTINUITÀ ELETTRICA DELLE CONDOTTE	24
16. CONTROLLI IN CANTIERE.....	25
16.1. CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE SALDATURE	25
16.2. CONTROLLO DI CONTINUITÀ DIELETTRICA SUI RIVESTIMENTI.....	26
17. COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA.....	27
18. 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 suburbane; condotte prementi idriche e fognarie; condotte sottomarine; *piping* in camere di manovra e in postazioni di misura e regolazione; *piping* interrato negli impianti di trattamento; in generale, in tutti i casi di condotte che funzionino a pressioni di esercizio (PFA) elevate (orientativamente superiori a 20 bar).

In Acquedotto Pugliese devono essere utilizzate condotte di acciaio aventi classe L275 oppure classe L355 secondo UNI EN 10224. Per la realizzazione di condotte adduttrici, di condotte suburbane, di condotte sottomarine, di condotte prementi con prevalenze superiori a 16 bar e, in generale, di condotte sottoposte a carichi esterni di un certo rilievo, devono essere utilizzati tubi e raccordi di classe L355.

In alcuni casi specifici (condotte sottoposte a sollecitazioni esterne particolarmente elevate, quali ad esempio condotte sottomarine poggiate sul fondale e sottoposte a correnti importanti o a potenziali impatti), possono essere utilizzati tubi e raccordi di acciai aventi classi superiori rispetto alla L355 e conformi a normative non europee, quali, ad esempio, gli acciai di classe X60, X65, ecc., conformi alla normativa americana API 5L. Le nomenclature e le caratteristiche tecniche degli acciai secondo API 5L non sono oggetto del presente documento, che, come detto, ha come oggetto i tubi e raccordi di acciaio conformi alla normativa europea. Resta inteso che, per quanto riguarda le tipologie di rivestimenti, i metodi di giunzione ed i metodi di posa in opera, relative a tubi e raccordi secondo API 5L, si può comunque far riferimento al presente disciplinare.

Come indicato nel *Piano di Sostenibilità* di Acquedotto Pugliese, che spinge verso una sempre più incisiva politica di sostenibilità ambientale e sociale, che investe i temi della qualità e riciclabilità dei materiali utilizzati in azienda, ma anche la qualità dei cicli produttivi delle aziende che fabbricano materiali per AQP, le Ditte produttrici di tubi e raccordi di acciaio al carbonio devono possedere le Certificazioni UNI EN ISO 9001, UNI EN ISO 14001, UNI ISO 45001, approvate da un Organismo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

Tutti gli elementi di tubazione o raccordo a contatto o potenzialmente a contatto con acqua potabile (ad esempio: rivestimenti epossidici, parete metallica interna) devono essere conformi a quanto previsto dal DM 174/04 e s.m.i.; in particolare, devono aver superato le prove di migrazione globali e specifiche (assenza di metalli pesanti e di ammine aromatiche) previste dal suddetto Decreto Ministeriale. Ogni fornitura deve essere accompagnata, oltre che dalle Certificazioni succitate, da Certificazioni che attestino l'esito delle prove di migrazione secondo DM 174/04 e s.m.i., rilasciate da laboratorio terzo accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17025, relativamente a spezzoni metallici ricavati dallo specifico lotto di fornitura.

Le Ditte produttrici, infine, devono dimostrare la conformità del loro prodotto alla norma UNI EN 10224, attraverso il rilascio di un'apposita Dichiarazione di Conformità, a firma del produttore stesso, e di un Certificato di Collaudo in fabbrica che attesti gli esiti delle prove previste dalla norma UNI EN 10224, eseguite sul prodotto appartenente alla specifica fornitura.

Per quanto non specificato nel disciplinare, si deve far riferimento alla vigente norma UNI EN 10224 e a tutte le norme tecniche citate nel paragrafo 2 del presente documento.

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: *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 ISO 9606-1: *Prove di qualificazione dei saldatori - Saldatura per fusione - Parte 1: Acciai.*

UNI EN ISO 15614-1: *Specifica e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e sue leghe.*

UNI EN ISO 5817: *Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni.*

UNI EN ISO 2560: *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.

Designazione simbolica	C % max	Si % max	Mn % max	P % max	S % max
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

(*) Acciaio non utilizzabile in AQP.

I produttori devono dichiarare al committente (al fine di ottenere un consenso) la presenza di eventuali 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.

Designazione simbolica	Carico unitario min. di snervamento (spessori: ≤ 16 mm; > 16 mm) Re [N/mm²]	Allungamento min. (long – trasv) A [%]
L 235 (*)	235 – 225	25 – 23
L 275	275 – 265	21 – 19
L 355	355 – 345	21 – 19

(*) Acciaio non utilizzabile in AQP.

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

(*) Acciaio non utilizzabile in AQP.

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

4. DIAMETRI - SPESSORI - OVALIZZAZIONE - LUNGHEZZE

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.

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

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, i corrispondenti diametri esterni, in millimetri, previsti dalla UNI EN 10224 e i valori minimi di spessore e relative “serie” indicate nella UNI 6363. I valori di spessore di cui alla vecchia UNI 6363 sono comunque ricompresi tra i molteplici valori che la UNI EN 10224 associa ad ogni diametro.

Indicativamente, ad un tubo di Classe L275 sono associabili gli spessori minimi di cui alla Serie B secondo UNI 6363 (ex tubi di Classe Fe410B), mentre, ad un tubo di Classe L355 sono associabili gli spessori minimi della Serie C e Serie U secondo UNI 6363 (ex tubi di Classe Fe510C).

DN	D _e	Serie A - UNI 6363 (L235 - EN 10224)	Serie B - UNI 6363 (L275 - EN 10224)	Serie C - UNI 6363 (L355 - EN 10224)	Serie U - UNI 6363 (L355 - EN 10224)
		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

Scelto lo spessore e la qualità del tubo, va verificata la compatibilità del tubo con la massima pressione di esercizio a cui verrà sottoposto il tubo; per far ciò si può ricorrere alla formula di *Barlow* (o di *Mariotte*, per la letteratura italiana), di seguito riportata:

$$P = 20 * \sigma * S / D_e$$

dove:

- P = massima pressione sostenibile da parte del tubo, in bar (nella formula è incluso il moltiplicatore 10 per il passaggio da N/mm² a bar);
- σ = 70% del carico unitario di snervamento, in N/mm²;
- S = lo spessore del tubo, in mm;
- D_e = diametro esterno della tubazione, in mm.

Il valore dell'ovalizzazione si ottiene mediante la seguente formula:

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

dove:

D_{max} è il diametro esterno massimo, in mm e D_{min} è il diametro esterno minimo, in mm, entrambi misurati sullo stesso piano; D_e è il diametro esterno tabellato.

Per i tubi con D_{max}/S ≤ 100, l'ovalizzazione non deve essere maggiore del 2%; per i tubi con D_{max}/S > 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 UNI EN 10224.

5. TIPOLOGIE E DIMENSIONI DEI RACCORDI

I raccordi conformi alla norma UNI EN 10224 possono essere 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 identificate mediante angoli da 11°15', 22°30', 45° e 90°; altri tipi di angoli possono essere richiesti dal committente.

Il raggio di curvatura, per 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 indicate 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 oppure 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, ai fini dell'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, di seguito indicati ed accertati dalla D.L., possono essere utilizzate le seguenti tipologie di giunzioni:

- giunzioni a bicchiere da saldare, conformi alle prescrizioni dell'Appendice C della norma UNI EN 10224 (condotte con diametri nominali non elevati, indicativamente inferiori a 200 mm e con pressioni non elevate, indicativamente inferiori a 6 bar, e non sottoposte a carichi veicolari);
- giunzioni flangiate, conformi alle prescrizioni dell'Appendice della norma UNI EN 10224; flange conformi alla norma UNI EN 1092-1, dotate di guarnizioni conformi alla norma UNI EN 681-1 (tratti di condotte in opere d'arte; condotte sottomarine).

7. RIVESTIMENTI

7.1. RIVESTIMENTI ESTERNI

7.1.1. Rivestimenti in polietilene

I rivestimenti esterni in polietilene, realizzati in fabbrica, su tubi di nuova produzione, 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 di altre particelle poco aderenti, sino ad ottenere un metallo quasi bianco, ossia finché il 95% della superficie sia esente da residui visibili.

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 poliuretano

I rivestimenti esterni in poliuretano, realizzati in fabbrica, su tubi di nuova produzione, 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 deve 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.

7.1.3. Rivestimenti per tratte fuori terra

Il rivestimento per tratte fuori-terra di nuova realizzazione deve essere eseguito mediante un ciclo con vernice epossidica con bifosfato di zinco con finitura in vernice poliuretanica, di spessore finale

pari a 290 μm oppure un ciclo con vernice a base di poliuretano con finitura in epossidico-alluminio, di spessore finale pari a 625 μm .

In alternativa, soprattutto per tratte aeree, può anche essere utilizzato il rivestimento poliuretanico di cui al punto 7.1.2.

Il rivestimento in *vernice epossidica con bifosfato di zinco + poliuretano*, utilizzato generalmente su tubazioni posate in opere d'arte, deve essere costituito dai seguenti strati: *primer* in vernice epossidica con fosfato di zinco bicomponente ad alto solido, a indurimento rapido e ricopribile a basse temperature, avente spessore minimo pari a 120 μm ; "strato intermedio" avente medesime caratteristiche tecniche del *primer* e spessore minimo pari a 120 μm ; "strato di finitura", avente spessore minimo pari a 50 μm , costituito da una vernice poliuretanica bicomponente ad alto solido e alto spessore.

Nelle camere di manovra dei serbatoi idrici lo "strato di finitura" di tubi e raccordi deve avere obbligatoriamente i seguenti colori espressi secondo la classificazione RAL:

- *tubo in entrata: RAL 6018 (verde giallastro);*
- *tubo in uscita: RAL 6019 (verde biancastro);*
- *tubazioni di scarico: RAL 1021 (giallo navone).*

Il rivestimento in *poliuretano + epossidico-alluminio*, utilizzato soprattutto per tratte 'aeree', è costituito da uno strato di poliuretano con spessore minimo pari a 600 μm e da uno strato di finitura in vernice epossidico-alluminosa (a garanzia di resistenza a raggi UV), avente spessore minimo pari a 25 μm .

Così come previsto per i rivestimenti di cui ai punti 7.1.1. e 7.1.2., anche per l'applicazione dei rivestimenti per tratte fuori-terra, la preparazione della superficie da rivestire deve prevedere la rimozione, mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico, della ruggine, della calamina e di altre particelle poco aderenti, sino ad ottenere un metallo quasi bianco, ossia finché il 95% della superficie sia esente da residui visibili.

7.2. RIVESTIMENTI INTERNI

Il rivestimento interno, realizzato in fabbrica, deve essere costituito da vernici epossidiche, omologate e senza solventi, e deve avere spessore minimo pari a 250 μm (misurato a secco).

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.

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 deve essere trattata con protettivo temporaneo.

I prodotti impiegati devono essere idonei al contatto con acqua destinata all'alimentazione umana; a dimostrazione di ciò, tutte le forniture di tubi e raccordi di acciaio al carbonio devono essere accompagnate dalla Dichiarazione di Conformità al Decreto 6 aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute, a firma del produttore, e da Certificazioni di Prove di Migrazione Globale secondo il citato Decreto Ministeriale, eseguite da Laboratorio terzo accreditato secondo UNI EN ISO/IEC 17025, su spezzoni di tubazione o raccordo con rivestimento interno epossidico, estratti dallo specifico lotto di fornitura.

8. PRESCRIZIONI GENERALI SUI COILS

I *coils* (o nastri di acciaio o lamiere da *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 10 del presente disciplinare tecnico, devono essere eseguite dal fabbricante; e i Certificati di Collaudo in fabbrica, di cui al punto 10 del presente disciplinare, devono accompagnare tutte le forniture e devono essere, poi, messi a disposizione della Direzione dei lavori, ha la facoltà di far eseguire prove e controlli sui *coils*.

In caso di non rispondenza delle caratteristiche tecniche con quanto previsto nel presente disciplinare tecnico, possono essere non accettati, e quindi rifiutati, tutti i materiali (tubi e raccordi) contraddistinti con quello specifico 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, e deve riportare le seguenti informazioni:

- nome o marchio di identificazione del fabbricante;
- il numero della norma europea (EN 10224);
- la designazione dell'acciaio (L275 o 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 IN FABBRICA

Sulle lamiere da *coils*, sui tubi e sui raccordi di acciaio, devono essere eseguiti i seguenti controlli e prove, in accordo con la norma UNI EN 10224:

- Controllo delle caratteristiche chimiche e meccaniche delle lamiere da *coils* di acciaio; le prove da eseguire sulle lamiere destinate alla costruzione dei tubi sono di seguito indicate e devono essere eseguite in ragione di una lamiera 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.
- 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 e 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 secondo la norma EN ISO 5173.
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 σ 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 UNI EN 10246-3, UNI EN 10246-5 e UNI EN 10246-7.
Per i tubi saldati ad arco sommerso, si esegue il controllo mediante ultrasuoni, in conformità alla UNI 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 ISO 3452-1; controllo mediante particelle magnetiche in conformità alla EN ISO 17638; controllo mediante ultrasuoni in conformità alla EN ISO 17640; controllo radiografico in conformità alla EN ISO 17636.
- 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 raccordate 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.

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).

11. ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI - MOTIVI DI RIFIUTO

Ai fini dell'accettazione dei prodotti, il Direttore dei Lavori, oltre ad eseguire accurate ispezioni visive e dimensionali, finalizzate al controllo dell'integrità dei rivestimenti, al controllo delle marcature e al controllo dei valori di diametri, spessori e ovalizzazione, deve verificare che ciascuna fornitura sia accompagnata da una copia delle seguenti Certificazioni e Dichiarazioni:

- *Certificazione di conformità del Sistema Qualità aziendale* conforme alla norma vigente UNI EN ISO 9001 (relativamente alla produzione di tubi e raccordi di acciaio), posseduta dalla Ditta produttrice e approvata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.
- *Certificazione di conformità del Sistema di Gestione Ambientale* conforme alla vigente norma UNI EN ISO 14001, posseduta dalla Ditta produttrice e approvata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.
- *Certificazione di conformità del sistema di Gestione per la Salute e Sicurezza sul* conforme alla vigente norma UNI ISO 45001, posseduta dalla Ditta produttrice e approvata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.
- *Certificazione di Conformità del Prodotto* (se applicabile), rilasciata da un Organismo terzo accreditato secondo la norma UNI EN ISO/IEC 17065, che attesti che le tubazioni e i raccordi sono conformi ai requisiti della norma UNI EN 10224.
- *Certificato di collaudo in fabbrica* ovvero *Certificato di Controllo del tipo 3.1* secondo la norma UNI EN 10204, rilasciata dal produttore, riportante gli esiti dei controlli e delle prove, di cui al punto 9 del presente disciplinare, effettuate sulle lamiere, sui tubi e sui raccordi.
- *Certificato di Conformità "CE"* per i tubi e i raccordi, in forma di "autocertificazione" del produttore, redatta secondo lo schema prescritto dalle norme UNI EN ISO IEC/17000, per mezzo della quale lo stesso produttore si assume la responsabilità legale circa la conformità del prodotto alla normativa UNI EN 10224, così come previsto dalla direttiva comunitaria n. 89/106/EEC, *technical body* n. EC/ISS/TC 29 e *work item* n. EC029001.
- *Certificato di Conformità "CE"* per le lamiere da *coils*, rilasciato da un Organismo terzo, accreditato secondo lo schema prescritto dalle norme UNI EN ISO IEC/17000, che attesti la

conformità dei *coils* alla normativa UNI EN 10025-1, così 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*, rilasciata dal produttore, unitamente a *Certificati di Prova rilasciati da Laboratori terzi accreditati secondo ISO 17025*, relativi a Prove di Migrazione Globale secondo D.M. 174/04, eseguite su spezzoni di tubo rivestiti appartenenti allo specifico lotto di fornitura.

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:

- chiedere il supporto alle Aree specialistiche AQP, ai fini dell'esecuzione di prove specialistiche di rilievo delle dimensioni, di verifica della qualità dei rivestimenti, d'isolamento elettrico, ecc.;
- procedere all'effettuazione di verifiche ispettive in fabbrica, al fine di prendere visione del ciclo produttivo ed assistere a prove in stabilimento sui materiali oggetto di fornitura;
- 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.

I tubi e i raccordi di acciaio non possono essere accettati se risulta verificata almeno una delle circostanze di seguito riportate:

- i tubi/raccordi sono privi di tutte o di alcune delle marcature prescritte;
- la ditta fornitrice non produce tutte le Certificazioni/Dichiarazioni sopra indicate;
- i risultati delle prove eseguite su *coils* o prodotti finiti, presso Laboratorio terzo o in fabbrica (durante verifiche ispettive), si discostano impropriamente (anche per una sola caratteristica) dai requisiti richiesti dalle norme, nonché dai valori attestati nel Certificato di Collaudo.

12. 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 similari 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 obbligata.

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 l'instabilità del terreno di posa e delle opere 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 similari.

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, mediante idonei tappi.

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; in particolare, deve impedire, attraverso 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 le apparecchiature; deve, inoltre, impedire, mediante opportune arginature e deviazioni, che le trincee siano invase dalle acque piovane.

Le estremità di ciascun tratto di condotta, in corso di realizzazione, devono essere tenute chiuse mediante 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 deve stabilire, a suo insindacabile giudizio, se i danni sono riparabili o meno; nel secondo caso deve disporre l'allontanamento del tubo dal cantiere e ne deve vietare l'utilizzo.

Le eventuali riparazioni devono essere realizzate nel modo indicato nel paragrafo 14 del presente documento e devono essere tali da garantire la ricostruzione di un involucro protettivo avente efficacia pari a quello originario.

Posa in opera dei tubi e dei raccordi

Una volta trasportati i tubi a piè d'opera, lungo il tracciato di progetto, si procede alla rettifica del fondo del cavo all'uopo predisposto, in modo da renderlo perfettamente livellato.

Ove previsto, si predispose il letto di posa. Quindi, si procede 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 previsto in progetto o indicato dalla Direzione Lavori; durante la messa in opera degli stessi, deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta.

Giunzione dei tubi

Verificati 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.

Una volta eseguita la giunzione, deve essere ripristinato il rivestimento in corrispondenza della giunzione stessa, secondo 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 prova di isolamento, eseguita secondo la norma UNI EN 12954, suggerisca la necessità di procedere alla riparazione dei rivestimenti lesionati, questa deve essere effettuata secondo le modalità indicate al punto 14 del presente disciplinare.

La perfetta riuscita del ripristino del rivestimento deve essere nuovamente accertata mediante apposito rilevatore a scintilla tarato.

Nei casi in cui la presenza di correnti vaganti e/o la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa porti a prevedere l'insorgere di precoci fenomeni corrosivi ai danni delle pareti dei tubi e raccordi di acciaio, deve essere prevista la realizzazione di un idoneo sistema di protezione catodica a corrente impressa, da progettarsi secondo le prescrizioni indicate nella norma UNI EN 12954 e nel *"Disciplinare Tecnico per la progettazione e realizzazione di impianti di protezione catodica a corrente impressa in Acquedotto Pugliese"*.

In fase di realizzazione della condotta, prima ancora della messa in opera del sistema di protezione catodica definitivo, deve essere sempre realizzato un sistema di protezione catodica temporaneo, avente lo scopo di impedire anche gli eventuali processi iniziali di corrosione.

In particolare, nel caso in cui i tempi intercorrenti fra la posa della condotta e l'applicazione della protezione catodica definitiva siano lunghi, si deve procedere, in assenza di correnti vaganti, all'installazione di un sistema di protezione catodica temporaneo costituito da 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.

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; deve essere 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 ritenuto opportuno, il rinfianco può essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova idraulica 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 provenienti dagli scavi siano costituite da pietrame o detriti di roccia, si deve scegliere 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

Terminata la prova idraulica, può essere completato il rinterro con materiale proveniente dagli scavi.

A rinterro ultimato, in caso di tronchi in sede propria, devono essere effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna, dopo il naturale assestamento del rinterro.

In caso di tronchi posati in sede stradale, 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, in modo 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.

13. ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI SALDATE

La saldatura in cantiere dei giunti deve assicurare, oltre alla tenuta idraulica, la resistenza meccanica del sistema e la piena efficienza nelle normali condizioni di collaudo e di esercizio.

Tutti i saldatori devono essere qualificati per i procedimenti di saldatura necessari per la realizzazione delle opere e per i quali sono proposti dall'appaltatore dei lavori.

Prima dell'inizio delle attività di saldatura, l'Appaltatore deve consegnare al Committente la certificazione di qualifica dei saldatori, rilasciata da un Organismo terzo competente (IIS, RINA, TUV etc.), la cui validità deve essere 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 è da ritenersi scaduto ed è da rinnovare.

Devono essere impiegati saldatori qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1.

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.

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.

La saldatura con elettrodi rivestiti può essere eseguita con le seguenti tipologie di procedimenti:

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".

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.

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

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.

Ai fini dell'esecuzione della saldatura testa a testa, deve essere utilizzato un 'accoppia-tubi' interno o esterno, il quale non va rimosso 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).

Invece, la saldatura mediante bicchiere cilindrico e sferico non richiede attrezzature di 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.

Prima delle 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.

La parte interna dei tubi deve essere ripulita; le estremità degli stessi 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.

Una volta eseguiti i controlli e le operazioni di pulizia, a seconda del tipo di giunzione, devono essere avvicinate tra loro le testate dei tubi o accoppiati i bicchieri, per poi procedere alla loro giunzione mediante saldatura, fino a formare dei lunghi tronchi da porre 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.

Deve essere evitata la realizzazione di saldature allorquando le condizioni atmosferiche siano giudicate pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse (pioggia, forte umidità, vento, ecc.).

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 tale 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.

Il preriscaldamento è necessario nei casi di temperatura ambiente inferiore a +5°C e per spessori superiori a 8 mm; può essere effettuato con fiamma di qualunque tipo, per induzione o con

resistenza elettrica; si esegue sull'intero sviluppo della circonferenza alle estremità dei tubi e si estende ad entrambi i lati del giunto da saldare, per una lunghezza pari a metà diametro, e comunque non inferiore a 120 mm per parte.

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

14. RIPRISTINI E RIPARAZIONI NELLE ZONE DI GIUNZIONE

14.1. Ripristino del rivestimento in polietilene nella zona di giunzione

L'applicazione in cantiere del rivestimento in polietilene (PE), in corrispondenza delle giunzioni saldate, deve essere effettuata subito dopo il controllo delle saldature.

La qualità del materiale da utilizzare deve essere almeno pari a quella del rivestimento di polietilene applicato in fabbrica, sul tubo; inoltre, detti materiali devono essere facilmente applicabili con le normali attrezzature di cantiere.

I rivestimenti devono essere costituiti da nastri in PE autoadesivi, preferibilmente con primer integrato, applicabili "a freddo", conformi alla norma UNI EN 12068. In alternativa, possono essere adoperate bande termo-restringenti in polietilene, conformi alla norma suddetta.

Ai fini della corretta applicazione dei nastri di PE, devono essere eseguite le seguenti operazioni:

- pulizia della superficie, con asportazione di ogni scoria, bava, residuo e umidità e con asportazione, dalle estremità, di eventuali pezzi di rivestimento che possano aver perso la giusta aderenza al supporto metallico; spazzolatura, asciugatura e, se necessario, sgrossatura della superficie metallica;
- solo per nastri con *primer* non integrato: 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 (per taluni nastri con *primer* integrato può essere prevista una sovrapposizione di soli 1,5 cm); il nastro deve sovrapporsi al rivestimento esistente, a monte e valle della saldatura, per almeno 10 cm; la superficie del rivestimento esistente, al di sopra della quale va sovrapposto il nastro, deve essere opportunamente ripulita, in modo tale da renderla priva di residui solidi e umidità;
- applicazione agli estremi di due anelli di nastro, avvolto a sigaretta, ciascuno suddiviso, ugualmente, fra il rivestimento della tubazione e quello appena realizzato sul giunto;
- ove ritenuto necessario (es. per tratte fuori-terra 'aeree' e per tratte interrate), avvolgimento ad elica, con sovrapposizione minima di 2,5 cm, di un ulteriore nastro di polietilene per la protezione meccanica e, in caso di tratte 'aeree', per la protezione nei confronti dei raggi UV;

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

La fasciatura deve essere eseguita con una attrezzatura che assicuri alla fascia una tensione sufficiente ad ottenere una perfetta adesione.

La buona riuscita dell'operazione di ripristino deve essere verificata mediante 'rilevatore a scintilla', tarato.

14.2. Ripristino del rivestimento di poliuretano nella zona di giunzione

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

La qualità del materiale da utilizzare deve essere almeno pari a quella del rivestimento di poliuretano applicato in fabbrica, sul tubo; inoltre, detti materiali devono essere facilmente applicabili con le normali attrezzature di cantiere.

Il ripristino del rivestimento su giunti saldati su condotte con rivestimento esterno in poliuretano, può essere eseguito attraverso una delle seguenti tre modalità:

- utilizzo del kit dato a corredo dal produttore, contenente vernice poliuretanica del tutto analoghe a quelle spruzzate con impianto *Bi-Mixer*, in fabbrica, ma caratterizzato da tempi di indurimento dell'ordine di 2÷2,5 ore; i due componenti facenti parte di questo *kit* possono essere mescolati direttamente in cantiere; al termine del processo di mescolamento è possibile distribuire sui giunti saldati uno strato della vernice ottenuta, impiegando una spatola o un pennello;
- utilizzo di nastri in polietilene da applicare a freddo, del tutto analoghi a quelli impiegati per il rivestimento polietilenico a triplo strato;
- utilizzo di bande termo-restringenti in polietilene, del tutto analoghe a quelle impiegate per il rivestimento polietilenico a triplo strato (soluzione meno preferibile, rispetto alle prime due).

14.3. Riparazione dei danni subiti dal rivestimento in polietilene

In caso di danneggiamento del rivestimento di polietilene, a seguito di operazioni di carico, trasporto, scarico e sfilamento a bordo cavo, la Direzione Lavori stabilisce, a suo insindacabile giudizio, se i danni siano riparabili o non riparabili; in questo secondo caso, la D.L. impone l'allontanamento del tubo o dei tubi dal cantiere e ne vieta l'utilizzo.

Le eventuali riparazioni possono riguardare piccoli danni o difetti oppure danni o difetti estesi.

Sono da considerarsi piccoli danni o difetti le seguenti fattispecie:

- discontinuità del rivestimento avente superficie massima pari a 10 cm²;
- graffi, incisioni e di altri difetti causati da movimentazioni che, comunque, non pregiudicano la continuità dielettrica del rivestimento.

In caso di riparazione di piccoli danni o difetti, è necessario:

- riscaldare gradualmente, con fiamma, la zona da riparare, facendo attenzione a non provocare la combustione del rivestimento;
- applicare, a caldo, sulla zona da riparare, una o più strisce di polietilene, lisciando con spatola riscaldata fino al riempimento di tutte le cavità.

In caso di riparazione di danni o difetti estesi, è necessario:

- ampliare la forma del difetto per ottenere una forma geometrica regolare e verificare l'adesione del rivestimento esistente;
- eseguire, sulla superficie da riparare, una leggera smerigliatura o spazzolatura per rimuovere i residui di rivestimento, fino ad ottenere una superficie metallica completamente pulita;

- riscaldare gradualmente la superficie da riparare, mediante fiamma, ed applicare a caldo una o più strisce di polietilene, fino riempire la cavità, lisciando la superficie con spatola riscaldata;
- preparare una pezza di polietilene, con spigoli arrotondati, di dimensioni leggermente superiori a quelle della zona da riparare;
- applicare la pezza di polietilene sulla zona da riparare, pressandola fino ad ottenere la completa adesione al rivestimento;
- riscaldare la zona, con fiamma, in modo da fondere lo strato adesivo della pezza con la zona sottostante.

La buona riuscita dell'operazione di ripristino deve essere verificata mediante 'rilevatore a scintilla', tarato.

14.4. Riparazione dei danni subiti dal rivestimento in poliuretano

In caso di danneggiamento del rivestimento di poliuretano, a seguito di operazioni di carico, trasporto, scarico e sfilamento a bordo cavo, la Direzione Lavori stabilisce, a suo insindacabile giudizio, se i danni siano riparabili o non riparabili; in questo secondo caso, la D.L. impone l'allontanamento del tubo o dei tubi dal cantiere e ne vieta l'utilizzo.

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; è sufficiente, quindi, applicare, a spatola o a pennello, il prodotto a base di resina poliuretanica.

Lo spessore a *film* secco della vernice poliuretanica, in corrispondenza della riparazione, deve essere tale da garantire una classe di isolamento analoga a quella prevista lungo tutta la condotta.

14.5. Riparazione di rivestimenti bituminosi su condotte esistenti

Come noto, per le nuove realizzazioni, i rivestimenti interni ed esterni a base di bitume non sono più ammessi.

Pertanto, per il ripristino della protezione passiva su condotte esistenti aventi rivestimenti esterni bituminosi, devono essere utilizzati i nastri adesivi in polietilene, preferibilmente con *primer* integrato, compatibili con l'utilizzo su rivestimenti bituminosi.

È preferibile che, prima dell'applicazione dei nastri, il supporto sia preparato nei modi descritti in precedenza, e che, quindi, il metallo sia messo 'a nudo', in modo tale che sia garantita la perfetta adesione del nuovo rivestimento su quello preesistente; tuttavia, nel caso in cui il rivestimento bituminoso esistente non sia facilmente e totalmente eliminabile, i nastri possono essere comunque applicati al di sopra dello stesso; a tale scopo, naturalmente, i nastri in polietilene prescelti devono possedere idonee caratteristiche chimico-fisiche, che consentano la perfetta adesione al supporto bituminoso e la compensazione delle inevitabili disomogeneità presenti nel sottofondo.

15. ISOLAMENTO E CONTINUITÀ ELETTRICA DELLE CONDOTTE

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

In corrispondenza di blocchi d'ancoraggio o di attraversamenti di muratura, deve essere incrementato l'isolamento della tratta di condotta, per tutta la lunghezza dell'ancoraggio o dell'attraversamento, mediante sovrapposizione, al di sopra del rivestimento del tubo, di una doppia fasciatura con nastri in PE.

La tratta di condotta, per tutta la lunghezza dell'ancoraggio o dell'attraversamento, deve distare almeno 10 cm dagli eventuali ferri d'armatura.

Per ottenere l'isolamento della tubazione rispetto a delle sellette di appoggio in calcestruzzo, è necessario interporre, tra tubo e sellette, strati di materiali isolanti (teflon, polietilene, ecc.), aventi spessori e caratteristiche adeguate.

Le parti metalliche costituenti valvole, sfiati e scarichi devono essere trattate con idoneo rivestimento isolante (es. rivestimento epossidico).

Qualora le valvole, sfiati e scarichi siano flangiati, è anche necessario realizzare dei collegamenti equipotenziali o *by-pass* elettrici, mediante idoneo cavo unipolare da 16 mm², al fine di garantire la continuità elettrica.

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, tra la condotta e gli appoggi stessi devono essere interposti materiali isolanti (teflon, polietilene, ecc.), aventi spessori e caratteristiche adeguate.

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.

Tra monte e valle dei due giunti, al fine di garantire la continuità elettrica del circuito di protezione catodica, deve essere realizzato un “cavallotto equipotenziale”, con idoneo cavo della sezione di 50 mm².

In caso di condotte di acciaio al carbonio protette da tubi-guaina, anch'essi in acciaio, è necessario scollegare elettricamente la condotta rispetto al tubo-guaina, ad esempio, attraverso l'utilizzo di idonei ‘collari distanziatori’ in polietilene.

16. CONTROLLI IN CANTIERE

16.1. Controlli non distruttivi sulle saldature

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

La frequenza dei controlli radiografici è stabilita dalla Direzione Lavori e, comunque, non deve essere inferiore a n. 3 controlli radiografici su altrettante giunzioni saldate ogni 1000 m di condotta posata.

I controlli radiografici devono essere eseguiti secondo la norma UNI EN ISO 17636 e devono essere realizzati da ditta con personale qualificato 2° livello, secondo la norma UNI EN ISO 9712.

I risultati delle prove devono essere conformi alla norma UNI EN ISO 5817.

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, quali, ad esempio, i controlli ultrasonici, elettromagnetici o con liquidi penetranti (*liquid penetrant test*).

Per saldature con giunto a bicchiere la verifica più idonea è quella mediante liquidi penetranti.

In presenza di radiazioni ionizzanti i lavori devono avvenire nel rispetto del D.lgs. n. 101/2020.

Al fine di verificare che le saldature vengano realizzate nel rispetto delle procedure qualificate e che consentano il mantenimento delle caratteristiche meccaniche richieste, la Direzione Lavori ha la facoltà di ordinare, all'appaltatore, il taglio di tronchetti contenenti una saldatura, da cui ricavare provini da sottoporre a controlli distruttivi presso laboratori accreditati da ACCREDIA, fino ad una percentuale dello 0,3% delle saldature eseguite. Tali provini, in particolare, devono essere sottoposti alle prove previste per la qualifica WPS. Il tutto a cura e spese dell'appaltatore.

16.2. Controllo di continuità dielettrica sui rivestimenti

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

Questo tipo di indagine è in grado di rilevare rigonfiamenti, fessure, punti di assottigliamento ed inclusioni di materiali estranei nel rivestimento; tutte cose che possono comportare un significativo abbassamento della resistenza elettrica o delle qualità dielettriche del rivestimento.

Il 'rilevatore a scintilla' è composto da un dispositivo elettronico sotto tensione e da un elettrodo-sonda, generalmente a spazzola, atto a localizzare le discontinuità nel rivestimento mediante contatto diretto con il rivestimento stesso. Insieme alla messa a terra, il dispositivo chiude un circuito elettrico che, in corrispondenza dei punti di insufficiente isolamento elettrico, mette in azione un allarme acustico, indice del risultato negativo della verifica.

Prima di effettuare la prova, è bene asciugare e ripulire la superficie del rivestimento, in quanto l'eccessiva umidità o qualsiasi materiale elettricamente conduttore presente all'interno o sulla superficie del rivestimento possono provocare apprezzabili correnti di perdita, le quali possono, a loro volta, abbassare il potenziale di prova effettivo o provocare errate indicazioni di falle.

Durante lo svolgimento della prova, l'elettrodo-sonda deve sempre rimanere a contatto con la superficie rivestita da indagare, deve essere continuamente tenuto in movimento per tutto il tempo in cui è applicato il potenziale di prova e deve scorrere sul rivestimento con velocità moderate (in genere non superiori a 30 cm/s).

16.3. Controllo della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera e piene di acqua

La tubazione interrata deve presentare una resistenza di isolamento non inferiore a 1000 Ohm*m², 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 nel metodo suddetto 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 $100.000 \Omega/V$ ed a basso tempo di risposta.

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

17. COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA

Riferimenti normativi

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.

Attività propedeutiche alla prova idraulica

Una volta ultimate le operazioni di giunzione a saldare delle tubazioni, 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.

Le prove idrauliche devono essere effettuate per tronchi via via completati, della lunghezza mediamente di 500 m; resta, però, facoltà della Direzione dei Lavori l’aumentare o il 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.

Il sezionamento deve essere fatto con flange cieche o altre apparecchiature; qualora vengano utilizzate valvole come sistemi di chiusura, la pressione di prova non deve superare quella di esercizio della valvola e la misura della perdita ammessa per le valvole deve 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 deve essere forato nel punto più basso, in corrispondenza della sezione interna del tubo, e deve essere munito di rubinetto per il riempimento.

Il piatto di chiusura dell'estremo superiore della tratta da provare deve essere forato nel punto più alto, in corrispondenza della sezione interna del tubo, e deve essere munito di rubinetto per lo sfiato.

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

L'impresa è obbligata ad eseguire, quanto prima possibile, le prove sui tronchi di condotta già posata e, pertanto, è tenuta ad eseguire immediatamente le murature di sostegno e di ancoraggio; non appena scaduti i termini di stagionatura delle suddette murature, di calcestruzzo o di calcestruzzo armato, l'impresa deve attuare tutte le operazioni necessarie per l'esecuzione delle prove, ossia: deve 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 può richiedere all'impresa che sia assicurata, in tutte le fasi di prova, l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

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

Riempimento prima delle prove idrauliche

L'acqua deve essere immessa nella condotta, preferibilmente, a partire dall'estremità del tronco posta a quota più bassa, 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 del piatto di chiusura dell'estremità più alta del tronco e 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.

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, quindi, 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, mediante 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.

Prove idrauliche

Il collaudo idraulico della condotta consiste in due prove: l'una a giunti scoperti, a condotta parzialmente interrata, l'altra a cavo semichiuso, con altezza di rinterro pari a 80 cm sulla generatrice superiore del tubo. I rinterri devono essere eseguiti secondo le prescrizioni indicate nel presente disciplinare.

La pressione di collaudo deve essere pari a $1,5 \times PFA$, dove per PFA si intende la pressione massima a cui un componente è sottoposto durante l'esercizio, al netto del valore del colpo d'ariete. La pressione di prova, in ogni caso, come da prescrizioni della norma UNI EN 805, non deve essere inferiore a 6 bar.

La pressione di prova non deve superare la pressione massima di prova, indicata dalla normativa, 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 ha durata pari ad 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, sono state ben aperte e sgombrate tutte le nicchie); all'esame, 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 deve risultare 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*" e dispone, quindi, il completamento del rinterro.

18. MESSA IN ESERCIZIO DELLE CONDOTTE

Prima della messa in esercizio della condotta, questa deve essere correttamente lavata, al fine di eliminare residui di terra o altre impurità eventualmente rimaste all'interno della condotta durante la posa.

Successivamente, si deve provvedere a disinfettare la condotta, attraverso l'applicazione dei sistemi e dei prodotti di disinfezione richiesti dalla Stazione Appaltante.

Nessun compenso spetta all'appaltatore per le operazioni di disinfezione, il cui onere è compreso nel prezzo, indicato in Elenco Prezzi, per la posa in opera delle tubazioni.