



**Direzione Ingegneria  
Area Tecnologia dei Materiali**

**DISCIPLINA TECNICA  
SU RIVESTIMENTI ESTERNI ED INTERNI  
PER CONDOTTE METALLICHE**

*A cura di:*  
Ing. Giuseppe De Stefano

*VISTO: Il Direttore*  
Ing. Andrea Volpe

**EDIZIONE GENNAIO 2020**

## INDICE

1. GENERALITA' .....	3
2. NORMATIVA PRINCIPALE.....	4
3. RIVESTIMENTI PER CONDOTTE DI GHISA SFEROIDALE PER ACQUEDOTTO.....	4
3.1 RIVESTIMENTI PER TUBAZIONI .....	4
3.1.1 RIVESTIMENTI <i>STANDARD</i> .....	4
3.1.2 RIVESTIMENTI <i>NON-STANDARD</i> (ALTRIMENTI DEFINITI “SPECIALI”) .....	6
3.2 RIVESTIMENTI PER RACCORDI.....	7
3.2.1 RIVESTIMENTI <i>STANDARD</i> .....	7
3.2.2 RIVESTIMENTI <i>NON-STANDARD</i> .....	7
4. RIVESTIMENTI PER CONDOTTE DI GHISA SFEROIDALE PER FOGNATURA .....	7
4.1 RIVESTIMENTI PER TUBAZIONI .....	7
4.1.1 RIVESTIMENTI <i>STANDARD</i> .....	7
4.1.2 RIVESTIMENTI <i>NON-STANDARD</i> (ALTRIMENTI DEFINITI “SPECIALI”) .....	9
4.2 RIVESTIMENTI PER RACCORDI.....	10
4.2.1 RIVESTIMENTI <i>STANDARD</i> .....	10
4.2.2 RIVESTIMENTI <i>NON-STANDARD</i> .....	10
5. RIVESTIMENTI PER CONDOTTE IN ACCIAIO .....	10

## 1. GENERALITA'

Il presente disciplinare riporta le norme e le principali caratteristiche tecniche relative ai rivestimenti interni ed esterni da utilizzare, in Acquedotto Pugliese, per la “protezione passiva” di tubazioni, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e di acciaio al carbonio.

I principali compiti dei rivestimenti per “protezione passiva” sulle condotte metalliche sono:

- impedire l’insorgere di corrosione elettrolitica nel metallo;
- rendere possibile ed efficace la “protezione attiva” (protezione catodica), in caso di condotte di acciaio.

Le caratteristiche principali di cui deve essere dotato un rivestimento per poter assolvere alla sua funzione di “protezione passiva” sono:

- resistenza di isolamento, in funzione della resistività dei terreni o dell’aggressività dell’ambiente circostante;
- minima permeabilità al vapore d’acqua ed all’ossigeno;
- idonea aderenza al supporto metallico;
- assenza di discontinuità;
- elevata resistenza meccanica (all’abrasione, all’urto, alle incisioni, ecc.);
- elevata inerzia chimico-fisica nei confronti dell’ambiente con cui è a contatti.

Essendo impossibile avere un rivestimento che, rispetto alle condizioni al contorno, posseda contemporaneamente tutti i requisiti sopra esposti, il progettista, in base ai dati progettuali in suo possesso (caratteristiche dei siti di posa, tipologia di condotte da realizzare, ecc.) ha il compito di selezionare la miglior tipologia di rivestimento, tra quelli indicati nel presente documento.

I rivestimenti citati in questo disciplinare sono attinti dalle vigenti norme di riferimento (UNI EN 545 e UNI EN 598, per tubi/raccordi di ghisa sferoidale, UNI EN 10224, per tubi e raccordi di acciaio), e scelti sulla base della decennale esperienza di AQP nel campo della protezione delle condotte metalliche e sulla scorta di quanto riscontrabile nella recente letteratura scientifica, in materia di protezione passiva delle condotte di ghisa e acciaio al carbonio.

Si fa presente che rivestimenti diversi da quelli indicati nel presente documento possono essere adottati previo parere degli Uffici AQP competenti.

La qualità dei rivestimenti utilizzati per condotte di ghisa sferoidale e di acciaio deve essere attestata attraverso specifica menzione nella Certificazione di Prodotto (o suoi allegati), rilasciata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065, relativa ai tubi/raccordi sui quali tali rivestimenti vengono applicati.

Nella Certificazione suddetta devono essere esplicitamente richiamate, oltre alle tipologie di rivestimento, le vigenti norme relative ai rivestimenti stessi.

Tutti i rivestimenti interni non cementizi (ad esempio: polietilenici, poliuretanic, epossidici oppure costituiti da altre tipologie di materiali termoplastici o termoindurenti), a contatto con acqua potabile, devono essere conformi a quanto stabilito nel Decreto 6 aprile 2004, n. 174, del Ministero della Salute (in particolare, devono superare le “prove di migrazione”).

Tutti i rivestimenti in malta cementizia a contatto con acqua potabile devono essere conformi alle prescrizioni tecniche indicate nelle norme UNI EN 545 e UNI EN 197-1 e nella Direttiva europea 98/83/CE. In particolare, nella citata Direttiva si dispone che l’acqua utilizzata per la realizzazione della malta cementizia debba essere adatta all’uso potabile.

Per quanto non specificato nel presente documento, si deve far riferimento ai disciplinari tecnici AQP di fornitura e posa in opera di tubazioni e raccordi in ghisa sferoidale, per acquedotto e fognatura, e in acciaio al carbonio, nonché alle norme tecniche di riferimento, riportate nel seguente paragrafo 2 “Normativa principale”.

## 2. NORMATIVA PRINCIPALE

- UNI EN 545: Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - Prescrizioni e metodi di prova.
- UNI EN 598: Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognatura - Prescrizioni e metodi di prova.
- UNI ISO 8179: Tubi di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di zinco.
- UNI ISO 4179: Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata - Prescrizioni generali.
- EN 197-1: Cement - Part 1 - Composition, specifications and conformity criteria for common cements.
- UNI EN 14901: Tubi, raccordi e accessori di ghisa duttile - Rivestimento epossidico (rinforzato) dei raccordi e degli accessori di ghisa duttile - Requisiti e metodi di prova.
- UNI EN 14628: Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno in polietilene per tubi - Requisiti e metodi di prova.
- UNI EN 15189: Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno in poliuretano per tubi - Requisiti e metodi di prova.
- UNI EN 15655: Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento interno in poliuretano per tubi e raccordi - Requisiti e metodi di prova.
- UNI 9099: Tubi di acciaio impiegati per condotte 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 di poliuretano e poliuretano modificato applicato allo stato liquido.

*Decreto 6 aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute: Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.*

## 3. RIVESTIMENTI PER CONDOTTE DI GHISA SFEROIDALE PER ACQUEDOTTO

Nel presente paragrafo sono riportate le principali informazioni di sintesi relative ai rivestimenti adottati da AQP per tubi e raccordi di ghisa sferoidale per acquedotto conformi alla norma UNI EN 545, nelle diverse condizioni di posa, *standard* e *non-standard*.

### 3.1 RIVESTIMENTI PER TUBAZIONI

#### 3.1.1 Rivestimenti *standard*

Si considera "rivestimento *standard*", un rivestimento utilizzabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *standard*, ossia condizioni in cui non siano presenti significative criticità, in termini di aggressività dei terreni o interferenze elettromagnetiche. In particolare, possono definirsi condizioni *standard* quelle in cui: il terreno non si presenti particolarmente acido e/o di tipo misto e/o caratterizzato da un elevato contenuto di sostanze inquinanti; il terreno abbia resistività non inferiore a 1000 ohmxcm; non vi sia presenza di acqua di falda o acqua di mare; per tratte fuori terra, non vi sia ambiente aggressivo (es. esposizione a *spray* marino); non vi sia interferenza elettrica (es. correnti vaganti per presenza di ferrovie) e/o elettromagnetica (es. per presenza di elettrodotti in corrente alternata, secondo quanto stabilito dalla norma CEI EN 50443).



### 3.1.2 Rivestimenti *non-standard* (altrimenti definiti “speciali”)

Si considera “rivestimento *non-standard*”, un rivestimento avente elevate caratteristiche di resistenza meccanica e chimica, da utilizzare nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *non-standard*, ossia condizioni in cui siano presenti significative criticità, in termini di aggressività dei terreni o interferenze elettromagnetiche. In particolare, possono definirsi condizioni *non-standard* quelle in cui: il terreno si presenti particolarmente acido e/o di tipo misto e/o caratterizzato da un elevato contenuto di sostanze inquinanti; il terreno abbia resistività inferiore a 1000 ohmxc/m; vi sia presenza di acqua di falda o acqua di mare; per tratte fuori terra, vi sia ambiente aggressivo (es. esposizione a *spray* marino); vi sia interferenza elettrica (es. correnti vaganti per presenza di ferrovie) e/o elettromagnetica (es. per presenza di elettrodotti in corrente alternata, secondo quanto stabilito dalla norma CEI EN 50443).

Naturalmente, le condizioni di posa *non-standard*, come sopra definite, impattano solamente sulla scelta dei rivestimenti esterni. Il rivestimento interno, invece, non è mai sottoposto a condizioni *non-standard*, essendo a contatto soltanto con acqua potabile e, dunque, non essendo sottoposto al rischio di aggressioni chimiche di particolare rilevanza.

Nei casi di condizioni *non-standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

- **rivestimento esterno di polietilene estruso**, secondo la norma UNI EN 14628. L'utilizzo di tale rivestimento è particolarmente indicato nei casi di presenza di interferenza elettromagnetica e per pose sottomarine. In tali casi, in corrispondenza delle giunzioni, devono essere posati in opera idonei manicotti termorestringenti in polietilene.

Gli spessori minimi da adottare sono gli “Increase thickness” prescritti dalla norma UNI EN 14628 ed indicati nella tabella seguente:

Nominal size DN	Minimum coating thickness mm	
	Standard thickness	Increased thickness
80 to 100	1,8	2,5
125 to 250	2,0	2,5
300 to 450	2,2	3,0
500 to 700	2,5	3,5
800 to 1 400	3,0	3,5
1 500 to 2 000	3,5	4,0

oppure:

- **rivestimento esterno di poliuretano**, conforme alla norma UNI EN 15189, con spessore minimo pari a 700 micron e valore di adesione minimo pari a 8 MPa (misurato su superficie curva e, per le parti applicabili, secondo i metodi di prova indicati nelle norme EN ISO 4624 e EN 15189).
- Nessun rivestimento interno “speciale”. Il **rivestimento interno** è sempre quello di **malta cementizia d’altoforno**, come definito al precedente punto 3.1.1.

*Nota tecnica sui rivestimenti in corrispondenza delle giunzioni* - Nei casi di giunzione elastica, la parte interna e frontale del bicchiere, in accordo con le norme UNI EN 545 e UNI EN 15655, possono essere rivestite con vernice epossidica (con eventuale sottofondo di zinco) secondo UNI EN 14901 oppure con vernice poliuretana avente spessore minimo pari a 150 µm. Nei casi di giunzione flangiata, le flange dovranno essere rivestite con vernice epossidica di spessore minimo pari a 250 µm, secondo UNI EN 14901, oppure con vernice poliuretana avente spessore minimo pari a 700 µm.

## 3.2 RIVESTIMENTI PER RACCORDI

### 3.2.1 Rivestimenti *standard*

Si considera “rivestimento *standard*”, un rivestimento adoperabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *standard*, così come definite al punto 3.1.1 del presente documento.

Nei casi di condizioni *standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

- **rivestimento esterno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 150 µm e conforme alle norme UNI EN 545 e UNI EN 14901;
- **rivestimento interno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 150 µm e conforme alla norma UNI EN 545 e UNI EN 14901.

### 3.2.2 Rivestimenti *non-standard*

Si considera “rivestimento *non standard*”, un rivestimento adoperabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *non-standard*, così come definite al punto 3.1.2 del presente documento.

Nei casi di condizioni *non-standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

- **rivestimento esterno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 250 µm e conforme alle norme UNI EN 545-Annex D e UNI EN 14901;
- **rivestimento interno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 250 µm e conforme alle norme UNI EN 545-Annex D e UNI EN 14901.

Sono ammessi rivestimenti interni e/o esterni in poliuretano, conformi rispettivamente alle norme UNI EN 15189 e UNI EN 15655 ed aventi caratteristiche tecniche minime di cui al punto 3.1.2 del presente documento, solo nei casi particolari in cui anche i tubi siano rivestiti esternamente e/o internamente in poliuretano.

## 4. RIVESTIMENTI PER CONDOTTE DI GHISA SFEROIDALE PER FOGNATURA

Nel presente paragrafo sono riportate le principali informazioni di sintesi relative ai rivestimenti adottati da AQP per tubi e raccordi di ghisa sferoidale per fognatura conformi alla norma UNI EN 598, nelle diverse condizioni di posa, *standard* e *non-standard*.

### 4.1 RIVESTIMENTI PER TUBAZIONI

#### 4.1.1 Rivestimenti *standard*

Si considera “rivestimento *standard*”, un rivestimento utilizzabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *standard*, ossia condizioni in cui non siano presenti significative criticità, in termini di aggressività dei terreni o interferenze elettromagnetiche. In particolare, possono definirsi condizioni *standard* quelle in cui: il terreno non si presenti particolarmente acido e/o di tipo misto e/o caratterizzato da un elevato contenuto di sostanze inquinanti; il terreno abbia resistività non inferiore a 1000 ohmxcm (in caso di rivestimento esterno protettivo in lega Zn-Al) oppure non inferiore a 1500 ohmxcm (in caso di rivestimento esterno protettivo in Zn); non vi sia presenza di acqua di falda o acqua di mare; per tratte fuori terra, non vi sia ambiente aggressivo (es. esposizione a *spray* marino); non vi sia interferenza elettrica (es. correnti vaganti per presenza di ferrovie) e/o elettromagnetica (es. per presenza di elettrodotti in corrente alternata. Secondo la norma CEI EN

50443, l'interferenza esiste se la distanza tra elettrodotto e condotta metallica è minore di 50 m, per elettrodotti interrati, e minore di 3000 m, per elettrodotti aerei).

Naturalmente, le condizioni di posa *standard*, come sopra definite, impattano solamente sulla scelta dei rivestimenti esterni.

Per quanto riguarda, invece, i rivestimenti interni, le condizioni sono sempre da considerarsi di tipo *standard* (in quanto trattasi di trasporto di refluo domestico, che non pone particolari problemi in termini di aggressività chimica nei confronti del rivestimento cementizio-alluminoso *standard*), fatta eccezione per il caso specifico di trasporto "premente" di refluo non grigliato, a cui si farà cenno al punto 4.1.2.

Nei casi di condizioni *standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

- **rivestimento esterno di lega Zinco-Alluminio**, omogenea, di tipo monofasico (percentuale di Zn: tra 80-90 %; percentuale di Al: 10-20 %) avente massa minima pari a 400 g/m<sup>2</sup>, con strato di finitura (resina sintetica compatibile con la lega di zinco) avente spessore medio non minore di 70 µm, con un minimo locale di 50 µm. Tale rivestimento può essere utilizzato a contatto con terreni aventi resistività superiori a 1000 ohmxcm.

oppure:

- **rivestimento esterno di Zinco**, conforme alla norma UNI ISO 8179, avente massa minima pari a 400 g/m<sup>2</sup>, con strato di finitura (resina sintetica compatibile con lo zinco) avente spessore medio non minore di 70 µm, con un minimo locale di 50 µm. Tale rivestimento può essere utilizzato a contatto con terreni aventi resistività superiori a 1500 ohmxcm.
- **rivestimento interno di malta di cemento alluminoso**, conforme alla norma UNI ISO 4179. Tale rivestimento deve essere denso e omogeneo e deve, quindi, rendere uniforme e liscia l'intera superficie interna del tubo.  
Il cemento alluminoso e gli inerti utilizzati per il confezionamento della malta devono essere conformi rispettivamente alle norme UNI EN 14647 e UNI EN 13139 e devono essere certificati in accordo al Regolamento (UE) n. 305/2011 del 9 marzo 2011, che prevede che i prodotti siano forniti di marcatura CE (ved. esempio di marcatura per cemento in sacchi, riportata in Figura 1 al punto 3.1.1 del presente documento).

Non ammessi difetti locali che riducano lo spessore al di sotto dei valori di seguito riportati:

S = 4,0 mm	per DN da 40 a 300 mm	(tolleranza: -1,5);
S = 5,0 mm	per DN da 350 a 600 mm	(tolleranza: -2,0);
S = 6,0 mm	per DN da 700 a 1200 mm	(tolleranza: -2,5);
S = 9,0 mm	per DN da 1400 a 2000 mm	(tolleranza: -3,0).

Secondo la stessa tabella, per i rivestimenti asciutti sono ammesse crepe e spostamenti radiali delle dimensioni limite opportunamente specificate per fascia di diametro.

per DN da 40 a 300 mm	(tolleranza: 0,4);
per DN da 350 a 600 mm	(tolleranza: 0,5);
per DN da 700 a 1200 mm	(tolleranza: 0,6);
per DN da 1400 a 2000 mm	(tolleranza: 0,8).

*Nota tecnica sui rivestimenti in corrispondenza delle giunzioni* - Nei casi di giunzione elastica, la parte interna e frontale del bicchiere, in accordo con la UNI EN 598, devono essere rivestite con vernice epossidica (con eventuale sottofondo di zinco) secondo UNI EN 14901. Nei casi di giunzione flangiata, le flange dovranno essere rivestite con vernice epossidica di spessore minimo pari a 250 µm, secondo UNI EN 14901.



#### 4.1.2 Rivestimenti *non-standard* (altrimenti definiti “speciali”)

Si considera “rivestimento *non-standard*”, un rivestimento avente elevate caratteristiche di resistenza meccanica e chimica, da utilizzare nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *non-standard*, ossia condizioni in cui siano presenti significative criticità, in termini di aggressività dei terreni o interferenze elettromagnetiche. In particolare, possono definirsi condizioni *non-standard* quelle in cui: il terreno si presenti particolarmente acido e/o di tipo misto e/o caratterizzato da un elevato contenuto di sostanze inquinanti; il terreno abbia resistività inferiore a 1000 ohmxc/m; vi sia presenza di acqua di falda o acqua di mare; per tratte fuori terra, vi sia ambiente aggressivo (es. esposizione a *spray* marino); vi sia interferenza elettrica (es. correnti vaganti per presenza di ferrovie) e/o elettromagnetica (es. per presenza di elettrodotti in corrente alternata. Secondo la norma CEI EN 50443, l’interferenza esiste se la distanza tra elettrodotto e condotta metallica è minore di 50 m, per elettrodotti interrati, e minore di 3000 m, per elettrodotti aerei).

Naturalmente, le condizioni di posa *non-standard*, come sopra definite, impattano solamente sulla scelta dei rivestimenti esterni. Per quanto riguarda i rivestimenti interni, le condizioni da considerarsi *non-standard* sono soltanto quelle di trasporto in “premente” di refluo non grigliato.

Nei casi di condizioni *non standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

- **rivestimento esterno di polietilene estruso**, secondo la norma UNI EN 14628. L’utilizzo di tale rivestimento è particolarmente indicato nei casi di presenza di interferenza elettromagnetica e per pose sottomarine. In tali casi, in corrispondenza delle giunzioni, devono essere posati in opera idonei manicotti termorestringenti in polietilene.

Gli spessori minimi da adottare sono gli “Increase thickness” prescritti dalla norma UNI EN 14628 ed indicati nella tabella seguente:

Nominal size DN	Minimum coating thickness mm	
	Standard thickness	Increased thickness
80 to 100	1,8	2,5
125 to 250	2,0	2,5
300 to 450	2,2	3,0
500 to 700	2,5	3,5
800 to 1 400	3,0	3,5
1 500 to 2 000	3,5	4,0

oppure:

- **rivestimento esterno di poliuretano**, conforme alla norma UNI EN 15189, con spessore minimo pari a 700 micron e valore di adesione minimo pari a 8 MPa (misurato su superficie curva e, per le parti applicabili, secondo i metodi di prova indicati nelle norme EN ISO 4624 e EN 15189).
- **rivestimento interno di poliuretano**, conforme alla norma UNI EN 15655, con spessore minimo pari a 1300 micron e valore di adesione minimo pari a 8 MPa (misurato su superficie curva e, per le parti applicabili, secondo i metodi di prova indicati nelle norme EN ISO 4624 e EN 15655). Tale tipologia di rivestimento trova giustificazione solo nei casi in cui siano richieste elevatissime *performance* di resistenza ad urto ed abrasione (es. condotte prementi per il trasporto di reflui non grigliati). Il rivestimento di poliuretano può anche essere usato nei casi in cui il progettista desideri minimizzare, in fase di calcolo, i valori di perdita di carico in condotta, sfruttando la bassissima rugosità idraulica del poliuretano ( $\gamma$  di Bazin 0,06).

Si ribadisce che, nel caso non siano verificate le suddette due condizioni specifiche, il rivestimento interno da utilizzare deve essere quello di **cemento alluminoso**, di cui al punto 4.1.1 del presente documento.

*Nota tecnica sui rivestimenti in corrispondenza delle giunzioni* - Nei casi di giunzione elastica, la parte interna e frontale del bicchiere, in accordo con le norme UNI EN 598 e UNI EN 15655, possono essere rivestite con vernice epossidica secondo UNI EN 14901 (con eventuale sottofondo di zinco) oppure con vernice poliuretanica avente spessore minimo pari a 150 µm. Nei casi di giunzione flangiata, le flange dovranno essere rivestite con vernice epossidica di spessore minimo pari a 250 µm, secondo UNI EN 14901, oppure con vernice poliuretanica avente spessore minimo pari a 700 µm.

## 4.2 RIVESTIMENTI PER RACCORDI

### 4.2.1 Rivestimenti *standard*

Si considera “rivestimento *standard*”, un rivestimento adoperabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *standard*, così come definite al punto 4.1.1 del presente documento.

Nei casi di condizioni *standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

**rivestimento esterno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 150 µm e conforme alle norme UNI EN 598 e UNI EN 14901;

**rivestimento interno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 150 µm e conforme alla norma UNI EN 598 e UNI EN 14901.

### 4.2.2 Rivestimenti *non-standard*

Si considera “rivestimento *non standard*”, un rivestimento adoperabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *non-standard*, così come definite al punto 4.1.2 del presente documento.

Nei casi di condizioni *non-standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

- **rivestimento esterno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 250 µm e conforme alle norme UNI EN 598-Annex B e UNI EN 14901;
- **rivestimento interno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 250 µm e conforme alle norme UNI EN 598-Annex B e UNI EN 14901.

Sono ammessi rivestimenti interni e/o esterni in poliuretano, conformi rispettivamente alle norme UNI EN 15189 e UNI EN 15655 ed aventi caratteristiche tecniche minime di cui al punto 4.1.2 del presente documento, solo nei casi particolari in cui anche i tubi siano rivestiti esternamente e/o internamente in poliuretano.

## 5. RIVESTIMENTI PER CONDOTTE IN ACCIAIO

Per la protezione di tubi e raccordi di acciaio al carbonio devono essere utilizzati soltanto rivestimenti di tipo “speciale”, ossia dotati di elevate caratteristiche di resistenza meccanica (al fine di minimizzare il rischio di creazione di cricche in fase di trasporto e posa in opera), di resistenza chimica (al fine di evitare il rischio di deperimento dello strato protettivo in presenza di terreni aggressivi e falda) e di isolamento elettrico (al fine di minimizzare il rischio di elettrocuzione).

Tali rivestimenti, interni ed esterni, vanno a costituire la cosiddetta “protezione passiva”, che, unitamente alla “protezione attiva” (protezione catodica a corrente impressa o ad anodi sacrificali), è presidio essenziale ai fini del mantenimento dell’efficienza a lungo termini delle opere infrastrutturali, idriche e fognarie, realizzate in acciaio al carbonio.

I tubi ed i raccordi utilizzati per la realizzazione di una stessa condotta idrica o fognaria devono essere dotati di medesimi rivestimenti, al fine di ottenere omogenee caratteristiche protettive lungo tutta la canalizzazione.

Di seguito, vengono indicati i rivestimenti adottabili per la protezione passiva, interna ed esterna, di tubi e raccordi di acciaio al carbonio utilizzati per la realizzazione di condotte idriche e fognarie, e vengono definiti i relativi campi di applicazione (condotte interrato, condotte fuori terra situate in opere d'arte, condotte fuori terra "aeree", condotte sottomarine):

- **Rivestimento esterno di polietilene**, del tipo "R3R" secondo la norma UNI 9099, ossia realizzato "a triplo strato" ed avente gli spessori "s" di seguito riportati, corrispondenti alla "classe rinforzata" di cui al prospetto 1 della norma UNI 9099:

s = 1,8 mm, per  $DN \leq 100$  mm;

s = 2,0 mm, per  $100 < DN \leq 250$  mm;

s = 2,2 mm, per  $250 < DN \leq 500$  mm;

s = 2,5 mm, per  $500 < DN \leq 800$  mm;

s = 3,0 mm, per  $DN > 800$  mm.

Il rivestimento, in ogni caso, deve sempre garantire l'isolamento elettrico della condotta per tensioni fino ad almeno 20 Kv.

Tale tipologia di rivestimento può essere utilizzato per condotte interrate e per condotte sottomarine (in quest'ultimo caso, come di seguito specificato, potrà essere aggiunto un rivestimento esterno, per appesantimento, in "gunite").

- **Rivestimento esterno di poliuretano**, conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 10290. Il rivestimento deve avere uno spessore minimo pari a 1500  $\mu\text{m}$  e, comunque, deve sempre garantire l'isolamento elettrico della condotta per tensioni fino ad almeno 20 Kv.

Tale tipologia di rivestimento può essere utilizzato per condotte interrate, per condotte fuori-terra, poste in opere d'arte o "aeree" (anche se, per queste ultime, è preferibile l'utilizzo dei rivestimenti specifici di seguito indicati) e per condotte sottomarine (in tal caso è sconsigliato l'appesantimento mediante "gunite", per scarso grip tra poliuretano e calcestruzzo).

- **Rivestimento esterno di vernice epossidica con bifosfato di zinco + poliuretano**, avente spessore totale pari a 290  $\mu\text{m}$ . 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  $\mu\text{m}$ ; "strato intermedio" avente medesime caratteristiche tecniche del *primer* e spessore minimo pari a 120  $\mu\text{m}$ ; "strato di finitura", avente spessore minimo pari a 50  $\mu\text{m}$ , costituito da una vernice poliuretana bicomponente ad alto solido e alto spessore

Tale tipologia di rivestimento può essere utilizzato per tratte fuori-terra poste in opere d'arte.

*Nota - 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).

*(Per maggiori dettagli tecnici si veda il documento aziendale denominato "disciplinare tecnico per l'esecuzione dei rivestimenti anticorrosivi di manufatti in acciaio").*

- **Rivestimento esterno di poliuretano + epossidico-alluminio**, avente spessore totale pari ad almeno 625  $\mu\text{m}$  e costituito da uno strato di poliuretano con spessore minimo pari a 600  $\mu\text{m}$ , con strato di finitura in vernice epossidico-alluminosa (a garanzia di resistenza a raggi UV) avente spessore minimo pari a 25  $\mu\text{m}$ .

Tale tipologia di rivestimento deve essere utilizzato per tratte fuori-terra "aeree".

- **Rivestimento esterno di “gunita”**, di spessore minimo pari a 5 cm, costituito da calcestruzzo con densità media di 2400 Kg/m<sup>3</sup>, armato con rete elettro-saldata secondo ASTM-A, avente diametro pari a 6 mm e maglia con rete 200x200 mm. Il calcestruzzo deve essere realizzato mediante utilizzo di cemento tipo *Portland* secondo ASTM-C-250, inerti secondo ASTM-C-294 e sabbia secondo ASTM-125-2. Il rapporto acqua/cemento non deve superare il valore di 0,4. Tale tipologia di rivestimento deve essere utilizzato per appesantimento di tratte sottomarine e va preferibilmente sovrapposto al rivestimento esterno in polietilene R3R, di cui sopra.
  - **Rivestimento interno di vernice epossidica**, con spessore minimo pari a 250 micron.  
*Nota - Si utilizza solo resina epossidica in quanto è il miglior materiale per rivestimenti interni di condotte di acciaio, in virtù di: elevata resistenza chimica; elevata resistenza ad urto ed abrasione; ottima compatibilità con il supporto in acciaio, in termini di adesione e flessibilità (le deformazioni della condotta non causano lesioni nel rivestimento epossidico, contrariamente a quanto può accadere per rivestimenti interni cementizi, per ciò non ammessi).*
-