



acquedotto  
pugliese

l'acqua, bene comune

**Direzione Ingegneria  
Tecnologia dei Materiali**

**DISCIPLINARE TECNICO  
PER LA FORNITURA E POSA IN OPERA  
DI TUBAZIONI E RACCORDI  
A PARETE STRUTTURATA  
IN POLIPROPILENE  
PER FOGNATURA A GRAVITA'**

*A cura di*

Ing. Giuseppe De Stefano

*Visto: Il Direttore*  
Ing. Andrea Volpe

**EDIZIONE GENNAIO 2020**

## INDICE

1. GENERALITA' .....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3. TUBI DI POLIPROPILENE AD ALTO MODULO (PP-HM).....	4
3.1 Materie prime utilizzate nella fabbricazione dei tubi e dei raccordi.....	4
3.2 Classificazione secondo l'indice di fluidità di massa ( MFR ).....	5
3.3 Aspetto .....	5
3.4 Colore.....	6
3.5 Diametri e spessori .....	6
3.6 Lunghezze .....	6
3.7 Prove, controlli e collaudi su ogni lotto prodotto (Prove di rilascio del lotto).....	7
3.8 Prove, controlli e collaudi periodici (Prove periodiche).....	7
3.9 Certificazioni di prodotto – Marchio di conformità.....	8
3.10 Marcature.....	8
3.11 Garanzie.....	8
4. GIUNZIONE .....	8
5. RACCORDI .....	9
5.1 Tipi di raccordi .....	9
5.2 Materie prime utilizzate nella fabbricazione dei raccordi.....	9
5.3 Caratteristiche fisico-meccaniche dei raccordi .....	9
5.4 Marchio di conformità.....	10
5.5 Marcature dei raccordi.....	10
6. ACCETTAZIONE DI TUBI E RACCORDI .....	10
7. MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI.....	10
7.1 Trasporto dei tubi .....	10
7.2 Carico, scarico e movimentazione.....	11
7.3 Accatastamento dei tubi .....	11
7.4 Conservazione dei materiali .....	11
8. MODALITA' E PROCEDURE DI POSA IN OPERA.....	11
8.1 Scavi.....	11
8.2 Letto di posa .....	12
8.3 Prescrizioni per la posa.....	12
8.4 Riempimento della trincea.....	13
8.5 Collaudo idraulico .....	13

## 1. GENERALITA'

Il presente disciplinare riporta le prescrizioni tecniche, le norme, le prove e le caratteristiche generali dei tubi e raccordi in Polipropilene ad alto modulo (PP-HM), utilizzabili per la realizzazione di tronchi fognari urbani con funzionamento a gravità, da posare in luoghi caratterizzati da spazi esigui e traffico non intenso e non pesante (es. centri storici), lì dove la posa di tubazioni in gres ceramico potrebbe risultare complicata.

I tubi ed i raccordi devono essere conformi alla norma UNI EN 13476-2 e devono essere realizzati secondo la tipologia costruttiva definita "tipo A1", ossia con parete costituita da tre strati: uno strato interno, liscio, a garanzia di elevata resistenza all'abrasione; uno strato intermedio a garanzia di elevata rigidità e resistenza meccanica; uno strato esterno protettivo, a garanzia di elevata resistenza agli agenti atmosferici e a danni superficiali.

I tubi ed i raccordi devono essere dotati di sistema di giunzione elastica del tipo "a bicchiere" con guarnizione elastomerica.

Le tubazioni devono avere classe di rigidità SN 12 oppure SN 16 (quest'ultima in caso di sedi interessate da traffico pesante, ossia da HT 26 ad HT 60).

I diametri utilizzabili sono: DN 200, DN 250, DN 315, DN 400.

Le Ditte produttrici dei tubi e dei pezzi speciali devono possedere le seguenti Certificazioni:

- Sistema Qualità aziendale conforme alla vigente norma ISO 9001 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021;
- Certificazione di Prodotto, rilasciata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065, che attesti la conformità delle tubazioni alle norme UNI EN 13476-2.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Nella fabbricazione di tubi e raccordi e nella progettazione e costruzione di condotte fognarie in PP si deve far riferimento alle prescrizioni contenute nella seguente normativa:

- UNI EN 13476-2: Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A
- 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 - Parte 1 : Gomma vulcanizzata
- UNI EN 728: Sistemi di tubazioni e canalizzazioni di materia plastica - Tubi e raccordi di poliolefine – Determinazione del tempo di induzione all'ossidazione
- UNI EN 744: Sistemi di tubazioni e canalizzazioni di materia plastica - Tubi di materiale termoplastico – Metodo di prova per determinare la resistenza agli urti esterni con il metodo della percussione su generatrici diverse.
- UNI EN 1277: Sistemi di tubazioni di materie plastiche - Sistemi di tubazioni di materiali termoplastici per applicazioni interrate non in pressione - Metodi di prova per la tenuta dei giunti del tipo con guarnizione ad anello elastomerico
- UNI EN 1411: Sistemi di tubazioni e condotte di materie plastiche - Tubi di materiali termoplastici - Determinazione della resistenza agli urti esterni con il metodo a scala.

UNI EN 1446:	Sistemi di tubazioni e condotte di materie plastiche - Tubi di materiali termoplastici - Determinazione della flessibilità anulare
UNI EN 1610:	Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura
UNI EN 12061:	Sistemi di tubazioni di materia plastica - Raccordi termoplastici - Metodo di prova per la resistenza all'impatto
UNI EN 12256:	Sistemi di tubazioni di materia plastica - Raccordi termoplastici - Metodo di prova per la resistenza meccanica o la flessibilità dei raccordi fabbricati
UNI EN ISO 1133:	Materie plastiche - Determinazione dell'indice di fluidità in massa (MFR) e dell'indice di fluidità in volume (MVR) dei materiali termoplastici
UNI EN ISO 1167-1:	Tubi, raccordi e assiemi di materiale termoplastico per il trasporto di fluidi - Determinazione della resistenza alla pressione interna - Parte 1 : Metodo generale
UNI EN ISO 1167-2:	Tubi, raccordi e assiemi di materiale termoplastico per il trasporto di fluidi - Determinazione della resistenza alla pressione interna - Parte 2 : Preparazione dei provini
UNI EN ISO 2505:	Tubi di materiali termoplastici - Ritiro longitudinale - Metodo di prova e parametri
UNI EN ISO 3126:	Sistemi di tubazioni di materia plastica - Componenti di materia plastica - Determinazione delle dimensioni
UNI EN ISO 9967:	Tubi di materiali termoplastici - Determinazione del rapporto di scorrimento plastico (creep)
UNI EN ISO 9969:	Tubi di materiali termoplastici - Determinazione della rigidità anulare
ISO 12091:	Tubi di materiali termoplastici a parete strutturata - Prova della stufa
ISO 13967:	Raccordi di materiale termoplastico - Determinazione della rigidità anulare
D.M. 12.12.85:	Norme tecniche per le tubazioni

### **3. TUBI DI POLIPROPILENE AD ALTO MODULO (PP-HM)**

#### **3.1 Materie prime utilizzate nella fabbricazione dei tubi e dei raccordi**

La composizione per i tubi ed i raccordi deve essere a base di polipropilene (PP) alla quale sono aggiunti quegli additivi necessari per facilitarne la fabbricazione in conformità a quanto previsto dalla norma UNI EN 13476-2.

I materiali devono essere testati in conformità con i metodi di prova ed i parametri specificati nel prospetto di seguito riportato e devono avere caratteristiche conformi ai requisiti indicati nello stesso prospetto.

<b>Caratteristiche</b>	<b>Requisiti richiesti</b>	<b>Parametri</b>	<b>Metodo di prova</b>
------------------------	----------------------------	------------------	------------------------

Resistenza alla pressione interna, 140 ore <sup>a b c</sup>	Nessuna rottura durante la prova	- Chiusura delle estremità - Temperatura di prova - Orientamento - Numero provette - Sforzo circonferenziale ( $\sigma$ ) - Tempo di condizionamento - Tipo di prova - Periodo di prova	- Tipo A o Tipo B  - 80°C - Libero - 3  - 4,2 MPa - Come previsto da EN ISO 1167-1 - Acqua in acqua - 140 ore	UNI EN ISO 1167-1 e 1167-2
Resistenza alla pressione interna, 1000 ore <sup>a b c</sup>	Nessuna rottura durante la prova	- Chiusura delle estremità - Temperatura di prova - Orientamento - Numero provette - Sforzo circonferenziale ( $\sigma$ ) - Tempo di condizionamento - Tipo di prova - Periodo di prova	- Tipo A o Tipo B  - 95°C - Libero - 3  - 2,5 MPa - Come previsto da EN ISO 1167-1 - Acqua in acqua - 1000 ore	UNI EN ISO 1167-1 e 1167-2
Melt Flow Index	$\leq 1,5$ g/10 min	- Temperatura - Carico	- 230°C - 2,16 kg	UNI EN ISO 1133
Tempo di Induzione all'ossidazione O.I.T. <sup>d</sup>	$\geq 8$ min	- Temperatura	- 200°C	UNI EN 728
<sup>a</sup> Questo requisito non si applica allo strato intermedio dei tubi di tipo A1 <sup>b</sup> Per i materiali da estrusione degli strati interno ed esterno questa prova deve essere fatta sotto forma di tubo a parete atto con il pertinente materiale <sup>c</sup> Per il materiale da stampaggio ad iniezione questa prova deve essere fatta sotto forma di un campione stampato ad anello o di un tubo a parete solida fatto con il pertinente materiale <sup>d</sup> Questo requisito è valido solamente per tubi e raccordi da giuntare in sito per fusione o saldatura				

I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 13476-2.

### 3.2 Classificazione secondo l'indice di fluidità di massa ( MFR )

I materiali per tubi e raccordi da giuntare in sito per fusione o saldatura devono essere designati secondo le seguenti classi di MFR:

Classe A :	$MFR \leq 0,3$ g/10min
Classe B :	$0,3$ g/10min < $MFR \leq 0,6$ g/10min
Classe C :	$0,6$ g/10min < $MFR \leq 0,9$ g/10min
Classe D :	$0,9$ g/10min < $MFR \leq 1,5$ g/10min

### 3.3 Aspetto

Le superfici interne ed esterne dei tubi, osservate senza ingrandimenti, devono essere lisce, pulite e libere da asperità, cavità o altri difetti di superficie che possano compromettere la funzionalità dei tubi stessi.

Le estremità dei tubi e dei raccordi devono essere tagliate in modo netto, perpendicolarmente all'asse del tubo.

### 3.4 Colore

Gli strati esterni ed interni dei tubi e dei raccordi devono essere colorati in massa.

Lo strato esterno dei tubi e dei raccordi deve essere preferibilmente arancio marrone (RAL 8023).

### 3.5 Diametri e spessori

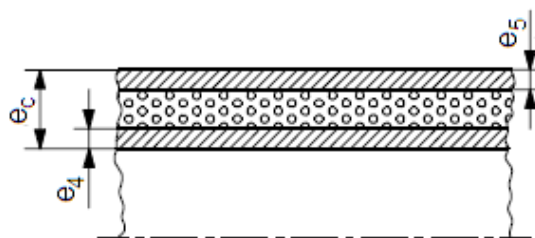
La dimensione convenzionale con cui sono designati i tubi ed i raccordi in PP (secondo la norma UNI EN 13476-2) è il "diametro nominale DN/OD, ossia la dimensione nominale relativa al diametro esterno.

Il suo valore coincide con quello del diametro esterno nominale  $d_n$  e con il minimo valore del diametro esterno medio  $d_{em,min}$ .

Il diametro esterno medio  $d_{em}$  dei tubi deve avere un valore compreso tra  $d_{em,min}$  e  $d_{em,max}$ , come indicato nel prospetto di seguito riportato.

Diametro nominale DN/OD (mm)	Diametro esterno minimo (mm) $D_{em,min}$	Diametro esterno massimo (mm) $D_{em,max}$
200	200,0	200,5
250	250,0	250,5
315	315,0	315,6
400	400,0	400,7

Ad ogni diametro sono associati lo spessore minimo della parete interna  $e_4$ , lo spessore minimo della parete esterna  $e_5$  e, e per ogni classe di rigidità anulare (SN), lo spessore minimo  $e_c$  delle tubazioni. Nel prospetto seguente si riportano i valori, espressi in millimetri, di  $e_c$ ,  $e_4$  ed  $e_5$ .



Diametro nominale DN/OD (mm)	Spessore minimo tubo (mm) $e_c$			Spessore minimo parete interna (mm) $e_4$	Spessore minimo parete esterna (mm) $e_5$
	SN 8	SN 12	SN 16		
200	6,8	7,5	8,2	1,4	0,5
250	8,6	9,4	10,2	1,7	0,6
315	10,7	11,9	12,9	2,1	0,7
400	13,5	15,0	16,4	2,6	0,8

### 3.6 Lunghezze

Le tubazioni di PP possono essere fornite in barre di lunghezze pari a: 1,20 - 3,20 e 6,20 m.

### 3.7 Prove, controlli e collaudi su ogni lotto prodotto (Prove di rilascio del lotto)

Il procedimento di controllo e collaudo dei lotti produttivi deve essere identificato in procedure interne del fabbricante che deve garantire lo svolgimento delle seguenti prove minime (prove di rilascio del lotto).

Il "lotto" deve essere definito ed identificato dal produttore di tubi.

Le prove di cui prospetto sotto riportato devono essere effettuate e documentate per ogni singolo lotto di produzioni:

Prova	Requisiti	Metodo di prova	Frequenza minima
Aspetto e dimensioni	Conformità alle norme UNI EN 13476-2	UNI EN 3126	Una prova ogni 2 h per ogni linea
Rigidità anulare ( SN )	$\geq$ corrispondente SN	UNI EN ISO 9969	Ad ogni avvio produzione
Flessibilità anulare	$\geq$ 30% del diametro esterno medio senza deflessioni della provetta e/o decremento della forza applicata	UNI EN 1446	Ad ogni avvio produzione
Resistenza all'urto a 0°C	TIR $\leq$ 10%	UNI EN 744	Ad ogni avvio produzione e successivamente una volta ogni 24 ore
Resistenza all'urto a -10°C	Nessuna rottura su 11 provette	UNI EN 1411	Ad ogni avvio produzione
Resistenza al calore ( 150°C )	Il tubo non deve mostrare delaminazioni, rotture o bolle	ISO 12091	Ad ogni avvio produzione
Ritiro longitudinale	$\leq$ 2 %	UNI EN ISO 2505	Ad ogni avvio produzione

### 3.8 Prove, controlli e collaudi periodici (Prove periodiche)

Oltre alle prove di cui al prospetto precedente, sui tubi in PP devono essere effettuate periodicamente le prove indicate nel prospetto seguente:

Prova	Requisiti	Metodo di prova	Frequenza minima	
Rapporto di deformazione plastica ( Creep )	$\leq$ 4 a 2 anni per estrapolazione	UNI EN ISO 9967	Una prova all'anno per ogni materia prima utilizzata	
Tenuta della giunzione con guarnizione elastomerica	Condizione A ( 23°C ) : senza deflessione o deformazione		UNI EN 1277	Una prova all'anno per tipo di giunzione
	Pressione dell'acqua 0,05 bar	Nessuna perdita		
	Pressione dell'acqua 0,5 bar	Nessuna perdita		
	Pressione dell'aria -0,3 bar	$\leq$ -0,27 bar		
	Condizione B ( 23°C ) - Deformazione del codolo : 10% De - Deformazione del bicchiere : 5% De			
	Pressione dell'acqua 0,05 bar	Nessuna perdita		
	Pressione dell'acqua 0,5 bar	Nessuna perdita		
	Pressione dell'aria -0,3 bar	$\leq$ -0,27 bar		

	Condizione C ( 23°C ) : Deflessione del giunto - De ≤ 315 : 2° - 315 > De ≤ 630 : 1,5° 630 ≤ De : 1°		
	Pressione dell'acqua 0,05 bar	Pressione dell'acqua 0,05 bar	
	Pressione dell'acqua 0,5 bar	Pressione dell'acqua 0,5 bar	
	Pressione dell'aria -0,3 bar	Pressione dell'aria -0,3 bar	

### 3.9 Certificazioni di prodotto – Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio, rilasciato da Organismo accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065, che attesti la conformità dei tubi ai requisiti della norma UNI EN 13476-2.

### 3.10 Marcature

La marcatura dei tubi, deve riportare le seguenti indicazioni:

- Norma di riferimento (UNI EN 13476-2);
- Diametro nominale;
- nome del fabbricante e/o simbolo del produttore;
- classe di rigidità (SN 12 o SN 16);
- materiale (PP);
- codice d'applicazione d'area (U);
- periodo di produzione (data o codice);

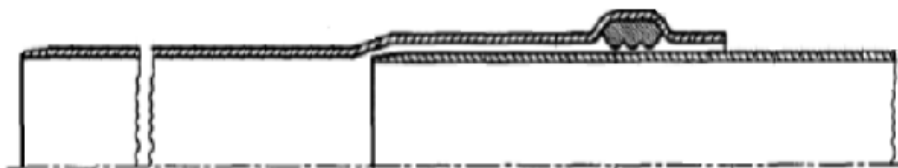
### 3.11 Garanzie

All'atto della consegna, il fabbricante deve allegare ai documenti di trasporto una dichiarazione di conformità, nonché la copia delle registrazioni degli esiti dei test relativi ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni.

Il fabbricante che effettua la fornitura sulla base del presente documento deve corredare la fornitura stessa di apposita certificazione dell'Organismo ufficialmente accreditato, attestante che tutti i tubi sono conformi alle normative di riferimento.

## 4. GIUNZIONE

I tubi ed i raccordi devono essere dotati di sistema di giunzione elastica del tipo a bicchiere con guarnizione elastomerica di tenuta, in EPDM, conforme alla norma UNI EN 681-1.





## 5. RACCORDI

### 5.1 Tipi di raccordi

I raccordi in PP devono essere prodotti con sistema di giunzione del tipo a bicchiere, analogo a quello già descritto per le tubazioni.

### 5.2 Materie prime utilizzate nella fabbricazione dei raccordi

Vedi paragrafo 3.1

### 5.3 Caratteristiche fisico-meccaniche dei raccordi

In conformità con quanto previsto dalla norma UNI EN 13476-2, i raccordi devono avere le caratteristiche fisico-meccaniche sotto riportate.

Prova	Requisiti	Metodo di prova
Rigidità anulare ( SN )	$\geq$ corrispondente SN	ISO 13967
Resistenza all'urto a 0°C	Senza rotture attraverso la parete; deve essere possibile rimettere in posizione corretta manualmente gli elementi di tenuta fuoriusciti	UNI EN 12061
Resistenza meccanica o flessibilità	Senza segni di fessurazione, rottura, separazione o perdita	UNI EN 12256
Resistenza al calore ( 150°C )	Il tubo non deve mostrare delaminazioni, rotture o bolle	ISO 12091
Ritiro longitudinale	$\leq 2 \%$	UNI EN ISO 2505

In conformità con quanto previsto dalla norma UNI EN 13476-2, i raccordi devono avere le caratteristiche prestazionali sotto riportate.

Tenuta della giunzione con guarnizione elastomerica	Condizione A ( 23°C ) : senza deflessione o deformazione		UNI EN 1277
	Pressione dell'acqua 0,05 bar	Nessuna perdita	
	Pressione dell'acqua 0,5 bar	Nessuna perdita	
	Pressione dell'aria -0,3 bar	$\leq -0,27$ bar	
	Condizione B ( 23°C ) - Deformazione del codolo : 10% De - Deformazione del bicchiere : 5% De		
	Pressione dell'acqua 0,05 bar	Nessuna perdita	
	Pressione dell'acqua 0,5 bar	Nessuna perdita	
	Pressione dell'aria -0,3 bar	$\leq -0,27$ bar	
	Condizione C ( 23°C ) : Deflessione del giunto - De $\leq 315$ : 2° - 315 > De $\leq 630$ : 1,5° 630 $\leq$ De : 1°		

	Pressione dell'acqua 0,05 bar	Pressione dell'acqua 0,05 bar	
	Pressione dell'acqua 0,5 bar	Pressione dell'acqua 0,5 bar	
	Pressione dell'aria -0,3 bar	Pressione dell'aria -0,3 bar	

#### **5.4 Marchio di conformità**

Il fabbricante deve dimostrare la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI 13476-2.

#### **5.5 Marcature dei raccordi**

I raccordi devono riportare, in accordo con la norma UNI EN 13476-2, la seguente marcatura minima:

- numeri delle norme (UNI EN 13476-2);
- nome del fabbricante e/o simbolo del produttore;
- angolo nominale (es.: 45°)
- classe di rigidità (SN 12 o SN 16);
- materiale (PP);
- codice d'applicazione d'area (U);
- periodo di produzione (data o codice).

### **6. ACCETTAZIONE DI TUBI E RACCORDI**

Il Direttore dei Lavori o il Responsabile degli acquisti AQP, alla ricezione di ciascun lotto di tubi e di raccordi dovrà accertarsi che:

- la Ditta produttrice possieda un Sistema aziendale di Qualità conforme alla vigente norma ISO 9001, approvato da Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021;
- sui tubi e sui raccordi sia impresso il marchio di conformità alla norma UNI EN 13476-2 (relativo alla corrispondente Certificazione di Prodotto), rilasciato da Organismo terzo di certificazione accreditato in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065;
- sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i prodotti finiti siano conformi alla norma UNI EN 13476-2, corredata della documentazione riportante le prove ed i controlli effettuati in fabbrica.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, AQP ha facoltà di procedere all'effettuazione di verifiche ispettive e collaudi in fabbrica.

### **7. MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI**

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei pezzi speciali si deve fare riferimento alle prescrizioni del D.M. 12.12.1985.

#### **7.1 Trasporto dei tubi**

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità.

Bisogna sostenere, inoltre, i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono realizzate con funi o con bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano danneggiati.

## **7.2 Carico, scarico e movimentazione**

Se il carico e scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è da evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

Lo scarico per rotolamento dal mezzo di trasporto con piano inclinato è ammesso purché il piano di arrivo sia composto da terreno vegetale o il tubo venga appoggiato su traversine.

Il responsabile del cantiere deve controllare tutte le operazioni di scarico per assicurarne la regolarità.

Ogni prodotto danneggiato sarà identificato con la dicitura “da non usare” e segregato in apposita zona.

Il responsabile stesso dovrà comunicare, al più presto, l’esistenza del prodotto danneggiato al Direttore dei Lavori dell’AQP; quest’ultimo prenderà gli opportuni provvedimenti.

Nell’impiego della gru dovrà essere usato un sistema di comunicazione efficace tra l’operatore al comando della gru e l’operatore che si trova a terra.

## **7.3 Accatastamento dei tubi**

Nell’accatastamento il piano d’appoggio deve essere livellato, esente da asperità e, soprattutto, da pietre appuntite.

Deve essere attuata ogni possibile soluzione idonea a prevenire interferenze con il traffico locale, sia veicolare che pedonale e con ogni altra opera già esistente.

I tubi devono essere sistemati in modo da evitare ogni possibile incidente dovuto ad un loro non previsto movimento.

L’altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1,5 m, qualunque sia il diametro e lo spessore.

Dopo l’accatastamento, bisogna assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire che foglie, polvere, piccoli animali ecc. possano alloggiarsi all’interno dei tubi.

## **7.4 Conservazione dei materiali**

È indispensabile predisporre le misure necessarie affinché tutti i magazzini, sia aziendali che dei cantieri delle imprese, siano dotati di locali riparati dalle radiazioni solari per lo stoccaggio dei tubi e dei raccordi di PP, onde evitare il rischio di degradazione dei polimeri e dei materiali elastomerici, con decadimento delle proprietà fisico-chimico-meccaniche.

# **8. MODALITA’ E PROCEDURE DI POSA IN OPERA**

## **8.1 Scavi**

Lo scavo deve essere effettuato a sezione obbligata e deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all’interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere alla raccolta e all’allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;

- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati.

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

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

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere di 20 cm superiore al diametro del tubo da posare.

La profondità minima di interrimento deve essere di 100 cm, misurata dalla generatrice superiore del tubo e, in ogni caso, deve essere valutata 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 da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

## 8.2 Letto di posa

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.

A questo scopo il fondo dello scavo deve essere piano, costituito da materiale uniforme, privo di trovanti, per evitare che il tubo subisca sollecitazioni meccaniche.

In presenza di terreni rocciosi, ghiaiosi o di riporto in cui sul fondo dello scavo non sia possibile realizzare condizioni adatte per l'appoggio ed il mantenimento dell'integrità del tubo, il fondo stesso deve essere livellato con sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche.

In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su un letto di sabbia o terra vagliata, ben compattato, con spessore maggiore di  $(10 + 0,1 D)$  centimetri, dove D è il diametro esterno del tubo in cm.

Il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (composto da particelle con diametro inferiore a 0,08 mm).

## 8.3 Prescrizioni per la posa

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti.

I tubi devono essere collocati, sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.

Prima di essere calati nello scavo tutti gli elementi di tubazione devono essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle testate, per accertare che nel trasporto e nelle operazioni di carico e scarico non siano state deteriorate; a tale scopo è indispensabile che essi vengano ripuliti da polvere, fango, ecc., che ricoprendo i tubi possano aver nascosto eventuali danni.

Una volta realizzati lo scavo della trincea ed il letto di posa secondo quanto indicato ai precedenti punti 8.1 e 8.2, si procede alla sistemazione dei tubi sul letto di posa, verificando che il contatto con esso sia continuo per l'intera lunghezza di installazione; quindi, si procede alla giunzione di tubi e raccordi come di seguito indicato:

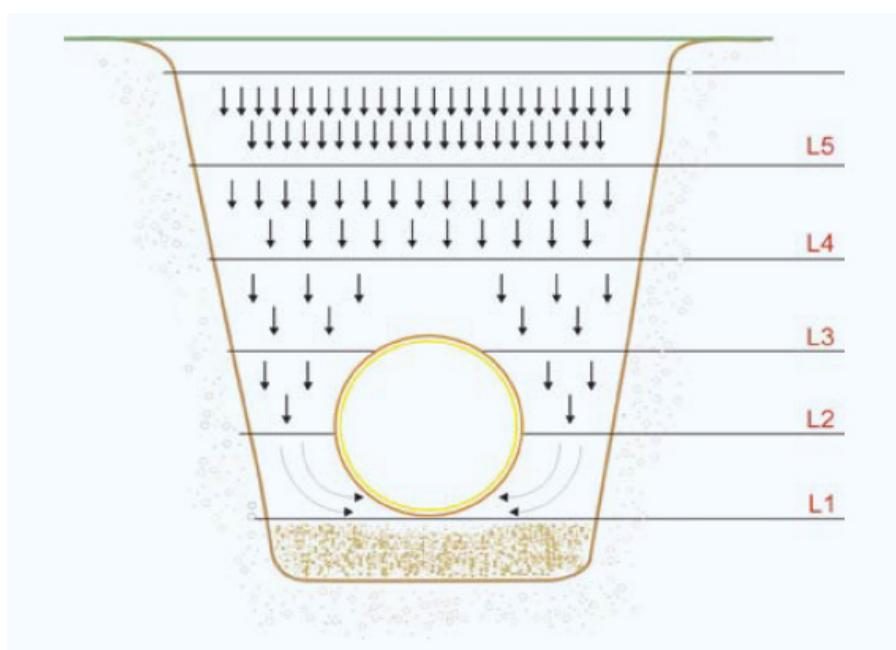
- provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, dopo averne verificato l'integrità;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione, mediante idoneo lubrificante (grasso ad olio siliconato, acqua saponosa, vaselina, ecc.), evitando rigorosamente di usare oli o grassi minerali, che potrebbero danneggiare la guarnizione elastomerica stessa, compromettendo così la tenuta della giunzione;
- infilare la punta del codolo all'interno del bicchiere fino al punto di battuta, cercando di garantire il massimo dell'assialità delle due estremità;
- controllare attentamente che la guarnizione non fuoriesca dalla propria sede.

## 8.4 Riempimento della trincea

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale atta a garantire, alla condotta realizzata, adeguate condizioni di esercizio ed affidabilità nel tempo.

Le tubazioni in PP, come tutte le tubazioni plastiche e quindi flessibili, possono "sopportare" in modo appropriato le sollecitazioni provenienti dai carichi agenti sulle stesse, sempre che il materiale circostante, utilizzato per il riempimento, sia uniformemente distribuito e sia adeguatamente compattato, sino ai valori di densità indicati in progetto (preferibilmente valori prossimi al 90% dell'indice Proctor).

Pertanto, operando con la tecnica della compattazione a strati successivi (ved. schema sotto riportato), e partendo dal letto di posa, si deve procedere al rinfiacco con materiale già utilizzato per lo stesso letto di posa, e, successivamente, partendo da 1 m sopra la generatrice superiore del tubo (in pratica, dallo strato L5), si deve ultimare il riempimento, utilizzando anche il materiale di risulta dello scavo.



Lo spessore di ogni singolo strato di materiale deve essere pari a circa 20-30 cm; la compattazione deve essere effettuata con mezzi idonei (es. piastre compattatrici), facendo attenzione a:

- evitare spazi vuoti, soprattutto nello strato L1;
- evitare sollevamenti del tubo dal letto di posa;
- compattare, lateralmente e mai sulla verticale del tubo, almeno sino a tutto lo strato L3;
- curare la continuità della compattazione, evitando la creazione di zone non uniformi, che potrebbero causare fenomeni di assestamento localizzato e, quindi, fenomeni di sovraccarico e disassamento del tubo;
- utilizzare, per la compattazione fino ad almeno 1 metro sopra il tubo, mezzi compattatori leggeri.

## 8.5 Collaudo idraulico

La tubazione deve essere chiusa alle due estremità con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire di raggiungere la pressione idrostatica voluta.

La canalizzazione deve essere accuratamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria.

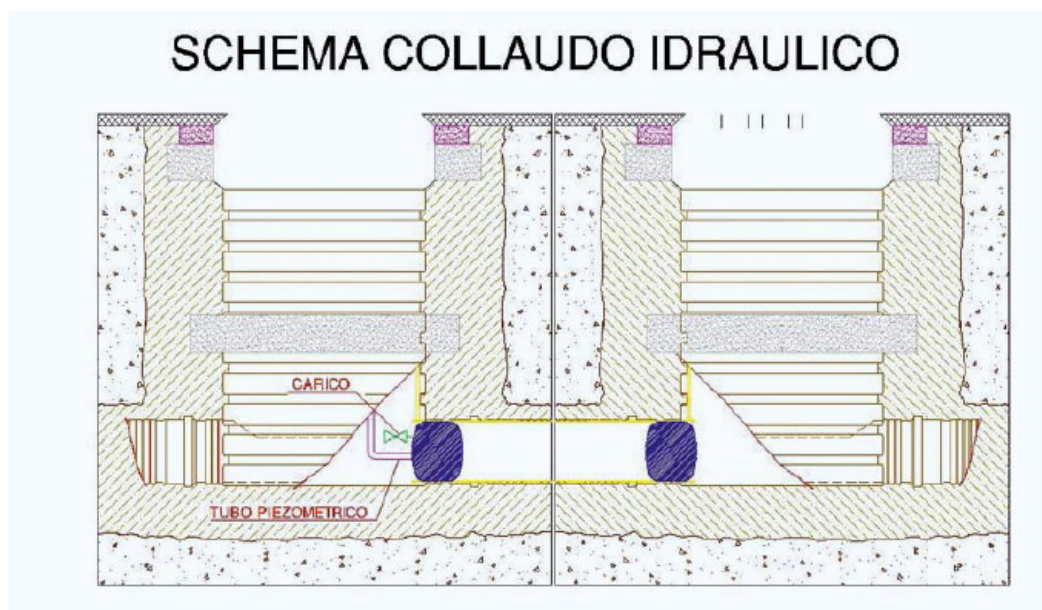
Una pressione minima di 1 m d'acqua sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 5 m d'acqua sarà applicata alla parte più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forte pendenza, può essere necessario effettuare la prova per sezioni onde evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua per almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

Trascorso tale periodo, l'eventuale perdita sarà accertata aggiungendo acqua ad intervalli regolari con un cilindro e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

Il tempo di prova deve essere pari a 30 minuti.



In accordo con la norma UNI EN 1610, il requisito di prova è soddisfatto se la quantità di acqua aggiunta non è maggiore di:

- 0,15 l/m<sup>2</sup>, nel tempo di 30 minuti, per le tubazioni;
- 0,20 l/m<sup>2</sup>, nel tempo di 30 minuti, per le tubazioni che comprendono anche i pozzetti.

In pratica, la condotta si ritiene favorevolmente collaudata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

Qualora la prova non abbia successo per perdite nelle giunzioni, l'Appaltatore deve riparare le giunzioni difettose e ripetere la prova a sua cura e spese, e ciò finché non si verifichino le condizioni di tenuta sopra specificate.

Lo stesso dicasi qualora la prova non riesca per lesioni o rotture di tubi o di pezzi speciali, restando stabilito che in tal caso l'Appaltatore deve sostituire a tutte sue spese i materiali lesionati o rotti.

Le prove sono eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore; per ogni prova eseguita (con esito favorevole o negativo) è redatto apposito verbale, sottoscritto dalle parti.

Una volta dichiarato accettabile un tratto di condotta, si procede immediatamente al rinterro dello scavo, mantenendo la pressione ridotta a metà di quella di prova.