



COMUNE DI CAGLIARI

SERVIZIO MOBILITA' INFRASTRUTTURE VIARIE E RETI

Interventi infrastrutturali per la salvaguardia
da eventi eccezionali e manutenzione straordinaria
della rete pluviale nel territorio di Pirri
- Collettore 70 -

Progetto Esecutivo

DISCIPLINARE TECNICO DESCRITTIVO:
TUBI IN PVC

DATA:
Gennaio 2016

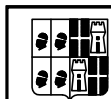
Aggiornamento:
Febbraio 2020

SCALA:

ALL. 3.2

Il Progettista

Dott. Ing. Giacomo Carrus



N. 5765

ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA DI CAGLIARI
Dott. Ing. GIACOMO CARRUS

Il Geologo

Dott. Geol. Pierpaolo Pili



N. 447

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
Dott. Geol. PIERPAOLO PILI

Il Responsabile del Procedimento

Dott. Ing. Daniele Olla



COMUNE DI CAGLIARI

SERVIZIO MOBILITA' INFRASTRUTTURE VIARIE E RETI

**INTERVENTI INFRASTRUTTURALI PER LA SALVAGUARDIA DA
EVENTI ECCEZIONALI E MANUTENZIONE STRAORDINARIA**

DELLA RETE PLUVIALE NEL TERRITORIO DI PIRRI

- COLLETTORE 70-

PROGETTO ESECUTIVO

**DISCIPLINARE
PER TUBAZIONI IN PVC**

INDICE

Premessa.....	4
1 Caratteristiche generali delle tubazioni in pvc.....	4
2 Materia prima	4
3 Tubi.....	5
4 Caratteristiche generali dei tubi.....	5
5 Caratteristiche meccaniche	6
6 Caratteristiche fisiche	6
7 Caratteristiche geometriche	7
7.1 Dimensioni dei tubi	7
8 Resistenza chimica del PVC.....	7
9 Marcatura e contrassegni dei tubi.....	8
10 Controlli e responsabilità.....	8
11 Documenti	8
12 Posa del tubo	9
13 Giunzioni e pezzi speciali.....	9
13.1 Sistemi di giunzione.....	9
13.2 Esecuzione delle giunzioni.....	10
13.3 Pezzi speciali.....	11
13.4 Innesti successivi e derivazioni.....	11
14 Collaudo	11
15 Procedura per lo scarico, accatastamento e sfilamento delle tubazioni.....	12
15.1 Scarico.....	12
15.2 Predisposizione dell'area di accatastamento.....	12
15.3 Accatastamento	13
15.4 Sfilamento	13
16 PROCEDURA DI ESECUZIONE DEGLI SCAVI E RINTERRI	14
16.1.1 Scavo e i suoi requisiti.....	14
16.1.2 Quote e misure.....	14
16.1.3 Protezioni	14
16.1.4 Materiale di risulta.....	14
16.1.5 Frane - smottamenti	15

16.1.6	Acque di falda o sorgive	15
16.1.7	Dimensioni dello scavo.....	15
16.1.8	Letto di posa	16
16.2	Rinfianco delle tubazioni e rinterro dello scavo.....	16
16.2.1	Materiali.....	16
16.2.2	Rinfianco.....	16
16.2.3	Reinterro	17
16.2.4	Protezioni.....	17
16.2.5	Condizioni di posa particolari.....	17
16.2.6	Metodo.....	17
16.2.7	Controlli e responsabilità.....	18

Premessa

Fanno parte integrante del presente disciplinare, anche se non allegate, le norme UNI EN 1401-1:2009 e UNI EN 1329-1:2018 per le condotte di scarico e la seguente circolare: Circ. Min. 12.12.1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni”.

La presente specifica ha lo scopo di regolamentare le modalità di fornitura e collaudo dei tubi di PVC-U (non plastificato) per la costruzione di tubazioni di fognatura e scarichi interrati non in pressione.

1 Caratteristiche generali delle tubazioni in pvc

Le caratteristiche più significative della mescolanza a base di PVC idonea alla fabbricazione di tubi e raccordi sono indicate nel prospetto seguente:

– massa volumica	1,37 ÷ 1,47 [g/cm ³]
– carico unitario a snervamento	≥ 48 [MPa] - [480 kgf/cm ²]
– modulo di elasticità	≅ 3.000 [MPa] - 30.000 [kgf/cm ²]
– resistenza elettrica superficiale	≥ 1012 Ω
– coefficiente dilatazione lineare (PVC hard)	60 ÷ 80 · 10 ⁻⁶ [°C ⁻¹]
– conduttività termica	≅ 0,15 [W/ m · K] - 0,13 [Kcal/m · h · °C]
– allungamento a snervamento	≥ 10%

2 Materia prima

La materia prima deve essere una miscela di PVC stabilizzata ed addizionata con opportuni additivi necessari a coadiuvare il processo di trasformazione.

Il contenuto di PVC nella miscela deve essere almeno 80% in massa secondo quanto stabilisce la norma di riferimento.

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Contenuto di PVC	≥ 80 % in massa	Determinazione analitica del contenuto di PVC in base al contenuto di cloro totale		UNI EN 1905
Massa Volumica	≤ 1,53 gr/cm ³	Prova: metodo per immersione		ISO 1183
Resistenza alla pressione interna	Nessun cedimento durante il periodo di prova	Chiusure di estremità	Tipo a) o tipo b)	UNI EN 921
		Temperatura di prova	60 °C	
		Orientamento	Libero	
		Numero di provette	3	
		Tensione circonferenziale	10 MPa	
		Tempo di condizionamento	1 h	
		Tipo di prova	Acqua in acqua	
		Periodo di prova	1000 h	

3 Tubi

I tubi devono essere prodotti con materia prima (miscela di PVC) vergine in forma di granulo o polvere che non è stata sottoposta ad uso o lavorazioni diverse da quelle richieste per la produzione dei tubi.

Non è ammesso l'impiego di:

- materiale riciclato;
- materiale rilavorabile.

4 Caratteristiche generali dei tubi

Caratteristiche	Requisiti	
Caratteristiche della composizione	Modulo di elasticità Massa volumica media Coefficiente medio di dilatazione termica Conducibilità termica Resistenza superficiale	$E_{(1min)} \geq 3000 \text{ MPa}$ $\approx 1400 \text{ kg/m}^3$ $\approx 0,08 \text{ mm/mK}$ $\approx 0,16 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$ $> 10^{12} \Omega$
Resistenza chimica	I tubi conformi alla norma di riferimento ed alla presente specifica devono essere resistenti alla corrosione da parte di acqua con ampio intervallo di valori pH, come l'acqua degli scarichi domestici, l'acqua piovana, l'acqua di superficie e del suolo.	
Deformazione diametrale	Condizioni normali di installazione: deformazione media prevedibile.	< 5 %
Designazione parete	I tubi devono essere costruiti per estrusione con parete compatta e uniforme dello spessore indicato in UNI EN 1401 tale da garantire la rigidità nominale richiesta.	
Codice di applicazione	I tubi devono essere costruiti per l'utilizzo degli scarichi interrati e delle fognature non a pressione interrati all'esterno del perimetro dell'edificio con codice di area di applicazione U e UD.	
Colore	Rosso mattone e/o grigio In considerazione dell'eventuale esposizione ai raggi solari un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non comprometterà l'idoneità del tubo all'impiego e conseguente motivo di rifiuto della fornitura.	RAL 8023 RAL 7037
Aspetto	La superficie interna ed esterna dei tubi deve essere liscia, pulita e priva di cavità, impurità e porosità e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa impedire la loro conformità alla norma di riferimento ed alla presente specifica.	

5 Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodi di prova
Resistenza all'urto	TIR \leq 10%	Temperatura di prova	(0 \pm 1) °C	UNI EN 744
		Mezzo di condizionamento	Acqua o aria	
		Tipo di percussore	d 90	
		Massa del percussore per: dem = 110 mm dem = 125 mm dem = 160 mm dem = 200 mm dem = 250 mm dem \geq 315 mm	1 kg 1,25 kg 1,6 kg 2,0 kg 2,5 kg 3,2 kg	
		Altezza di caduta del percussore per: dem \leq 110 mm dem > 110 mm	1600 mm 2000 mm	

6 Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat(VST)	\geq 79°C	Conformi alla UNI EN 727		UNI EN 727
Ritiro longitudinale	\leq 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature.	Temperatura di prova	150 °C	UNI EN 743 Metodo A: bagno liquido
		Tempo di immersione per: e \leq 8 mm e > 8 mm	15 min 30 min	
		oppure		
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova	150 °C	UNI EN 743 Metodo B: in aria
		Tempo di immersione: e \leq 4 mm 4mm < e \leq 8 mm e > 16 mm	30 min 60 min 120 min	
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova	15 °C	UNI EN 580
		Tempo di immersione:	30 min	

7 Caratteristiche geometriche

7.1 Dimensioni dei tubi

I tubi dovranno avere, i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma UNI EN 1401 Capitolo 6 prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare gli spessori dovranno essere conformi alla seguente tabella:

Dimensione nominale DN/OD	Diametro esterno nominale dn	SN2 SDR 51		SN4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		e min	e max	e min	e max	e min	e max
110	110	-	-	3.2	3.8	3.2	3.8
125	125	-	-	3.2	3.8	3.7	4.3
160	160	3.2	3.8	4.0	4.6	4.7	5.4
200	200	3.9	4.5	4.9	5.6	5.9	6.7
250	250	4.9	5.6	6.2	7.1	7.3	8.3
315	315	6.2	7.1	7.7	8.7	9.2	10.4
355	355	7.0	7.9	8.7	9.8	10.4	11.7
400	400	7.9	8.9	9.8	11.0	11.7	13.1
450	450	8.8	9.9	11.0	12.3	13.2	14.8
500	500	9.8	11.0	12.3	13.8	14.6	16.3
630	630	12.3	13.8	15.4	17.2	18.4	20.5
710	710	13.9	15.5	17.4	19.4	-	-
800	800	15.7	17.5	19.6	21.8	-	-
900	900	17.6	19.6	22.0	24.4	-	-
1000	1000	19.6	21.8	24.5	27.2	-	-

8 Resistenza chimica del PVC

L'influenza di un certo numero di reattivi chimici gassosi, liquidi, o in soluzione nei confronti del PVC rigido, viene riportata a titolo indicativo nella tabella seguente.

Le informazioni da essa fornite sono il risultato di prove o di esperienze pratiche. Devono però essere utilizzate con prudenza in quanto la reazione del PVC rigido può variare con le condizioni di utilizzazione dei tubi e dei raccordi. Per i casi particolari è perciò opportuno chiedere al fabbricante ulteriori informazioni.

Nei casi dubbi si consiglia di inserire spezzoni di tubi e di raccordi negli impianti esistenti e di verificare il loro comportamento nelle reali condizioni di impiego.

Sono stati adottati i seguenti simboli:

S = nessuna corrosione - le proprietà rimangono inalterate.

L = corrosione limitata - le proprietà sono in parte alterate.

NS = corrosione - le proprietà sono nettamente alterate, esse peggiorano costantemente nel tempo.

- soluzione satura = soluzione acquosa satura a 20 °C.
- soluzione diluita = soluzione acquosa con concentrazione 10%.

9 Marcatura e contrassegni dei tubi

La marcatura dei tubi deve essere, indelebile su almeno una generatrice e i dati, di seguito elencati quelli minimi, ripetuti con intervalli non maggiori di 2 m.

- Numero della norma - UNI EN 1401;
- Codice d'area di applicazione – U e UD;
- Nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- Indicazione del materiale (PVC-U);
- Dimensione nominale (DN/OD);
- Spessore minimo di parete o SDR;
- Rigidità anulare nominale SN
- Informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità)

10 Controlli e responsabilità

Il committente si riserva il diritto di presenziare con propri incaricati alle prove ed agli esami per l'accertamento dei requisiti richiesti dalle norme di fabbricazione ed alla presente specifica.

Il fornitore s'impegna perciò a favorire il libero accesso degli incaricati dal committente agli impianti di fabbricazione dei tubi in ogni momento delle diverse fasi produttive e ai laboratori in ogni momento delle fasi di controllo e collaudo, comunicando con ragionevole anticipo la data di inizio della fabbricazione dei tubi commissionati, concedendo altresì agli incaricati piena libertà di azione, compatibilmente con le esigenze di produzione, per i controlli del caso.

Il committente si riserva il diritto di verificare mediante prelievo di campioni di tubo e/o di materia prima, la rispondenza a quanto dichiarato dal fornitore. Resta inteso che la presenza degli incaricati in occasione delle prove o degli esami di cui ai punti precedenti, non può considerarsi in ogni caso sostitutiva dei controlli del fornitore, rimanendo egli il solo responsabile della qualità dei tubi che produce.

Il fornitore si assume ogni e qualsiasi onere conseguente le consegne di tubo non conforme ai requisiti previsti dalla presente specifica.

11 Documenti

Il fornitore in fase di offerta dovrà allegare:

- la certificazione di qualità secondo UNI EN ISO 9000 da parte di istituto o ente competente, rilasciata conformemente a UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1:2015;
- dichiarazione firmata dell'utilizzo di materia prima (miscela) vergine;

- la certificazione di conformità (Marchio) alla norma UNI EN 1401, dei tubi da parte di società certificatrice, rilasciata conformemente a UNI CEI EN ISO/IEC 17065:2012.

Ad ogni consegna la fornitura deve essere accompagnato da:

- dichiarazione di conformità alla norma di riferimento UNI EN 1401.

Se concordato in sede d'ordine il fornitore dovrà garantire inoltre:

- l'assistenza da parte di un tecnico qualificato in occasione dell'inizio lavori di cantiere per la verifica delle corrette modalità di posa (raccomandazioni secondo ENV 1046 o pubblicazione n.ro 1 dell'Istituto Italiano dei Plastici: "Installazione delle fognature di PVC – Norma UNI EN 1401"; l'assistenza da parte di personale competente in merito alle procedure di collaudo idraulico in cantiere (secondo DM 12.12.85 per le opere pubbliche) di condotte interrate di fognatura secondo procedimento UNI EN 1610.

12 Posa del tubo

Prima della posa in opera, i tubi devono essere ispezionati singolarmente per scoprire eventuali difetti; i codoli e i bicchieri devono essere integri.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri (anche se l'ingombro del bicchiere è minimo, è buona norma prevedere una nicchia in corrispondenza del suo appoggio) devono, se necessario, essere accuratamente riempite onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri.

13 Giunzioni e pezzi speciali

13.1 Sistemi di giunzione

I sistemi di giunzione sono i seguenti:

a) Del tipo scorrevole

- Giunto a bicchiere del tipo scorrevole con tenuta mediante idonea guarnizione elastomerica.
- Giunto a manicotto del tipo scorrevole costituito da un manicotto di PVC con tenuta mediante idonee guarnizioni elastomeriche.

b) Del tipo non scorrevole

- Giunto a bicchiere del tipo non scorrevole ottenuto mediante incollaggio.

- Giunto a manicotto del tipo non scorrevole costituito da un manicotto di PVC con tenuta mediante incollaggio.

c) Giunto a flange

- Il giunto a flange è del tipo con collare di appoggio di PVC incollato e/o saldato, flangia libera forata, guarnizione elastica di tenuta forata, rondelle, dadi, bulloni.

Avvertenza:

I giunti di cui al punto b) vengono impiegati solo quando il progettista lo ritenga opportuno per giustificato motivo. In tal caso si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo, a intervalli da calcolare in relazione alle effettive condizioni di esercizio, appositi giunti di dilatazione (ad esempio manicotti di PVC con guarnizioni elastomeriche).

13.2 Esecuzione delle giunzioni

a) Taglio dei tubi.

Il tubo va tagliato normalmente al suo asse, a mezzo di sega a mano a denti fini o di fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere (sia del tipo scorrevole, sia del tipo non scorrevole), deve essere smussata secondo angolazione del valore indicato dal fabbricante dei tubi, conservando all'orlo uno spessore variabile, crescente con i diametri secondo valori indicati anch'essi dal fabbricante.

b) Giunto del tipo scorrevole con guarnizione elastomerica.

- provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, togliere provvisoriamente la guarnizione di tenuta;
- segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:
- si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta;
- si ritira il tubo di 3 mm per metro di elemento posato, ma mai meno di 10 mm;
- si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento;
- inserire la guarnizione elastomerica di tenuta nell'apposita sede;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone; ecc.);
- infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede.

c) Giunto del tipo non scorrevole ottenuto per incollaggio.

Provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, mediante un solvente adatto, assicurandosi che esse siano integre; spalmare sia l'interno del bicchiere che l'esterno della punta con

apposito collante fornito dalla ditta produttrice del tubo; introdurre la punta nel bicchiere fino in fondo.

d) Giunto a flangia.

Dopo l'incollaggio e/o la saldatura dei collari (previa introduzione delle flange libere), inserire tra i collari ben puliti la guarnizione, applicare i bulloni, le rondelle e i dati attuandone il serraggio a croce.

13.3 Pezzi speciali

I pezzi speciali devono rispondere ai tipi, alle dimensioni ed alle caratteristiche stabilite dalla norma UNI EN ISO 1452-3:2010-12

E' importante predisporre fino dall'atto del montaggio della canalizzazione tutti i pezzi speciali indispensabili per gli allacciamenti degli scarichi alla fognatura.

13.4 Innesti successivi e derivazioni

Qualora si renda necessario effettuare un innesto nella tubazione di PVC già posata in opera, si dovrà procedere con uno dei seguenti sistemi:

- 1) tagliare il tubo per una lunghezza uguale al pezzo speciale del tubo da inserire più due volte il diametro;
 - inserire il pezzo speciale imboccandolo su una estremità del tubo tagliato;
 - ricostruire la continuità della canalizzazione a mezzo di un tronchetto lungo quanto la restante interruzione, congiungendolo alle estremità con manicotti a bicchiere doppio scorrevoli.
- 2) praticare nel tubo un foro previamente tracciato appoggiando (senza incollare), nella posizione adatta la diramazione con sella e seguendo il controllo interno della diramazione stessa con matita grassa;
 - incollare, previa pulizia, sul tratto interessato il pezzo speciale a sella.

14 Collaudo

Il collaudo di una tubazione di PVC per acque di scarico deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione.

Questo accertamento si effettua sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare (di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza) attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle; o adottando altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

15 Procedura per lo scarico, accatastamento e sfilamento delle tubazioni

La seguente procedura definisce i metodi e i modi in cui si devono eseguire le operazioni di scarico, accatastamento, prelievo e susseguente sfilamento lungo il tracciato delle tubazioni in polietilene. La procedura può essere superata soltanto da disposizioni scritte del fornitore dei materiali, approvate dalla D.L. o della D.L. stessa.

15.1 Scarico

Le tubazioni possono essere scaricate a mano o se il peso non lo consente con mezzi di sollevamento.

L'imbracatura dei tubi deve essere fatta esclusivamente con fasce di larghezza minima di 10 cm e deve essere predisposta su almeno due punti di distanza minima di 2,5 m.

Durante lo scarico delle tubazioni non è consentito calpestare le stesse né farle cadere a terra o trascinarle.

Lo scarico a mano può essere eseguito con il sollevamento dei tubi da due punti e, se necessario, con il rotolamento degli stessi su un piano inclinato, privo di asperità o schegge che potrebbero danneggiare le tubazioni, sino a terra.

Sia che lo scarico avvenga con mezzi di sollevamento che a mano si dovrà porre la massima attenzione a non far strisciare i tubi su angoli taglienti o sassi o qualunque cosa possa provocare incisioni sugli stessi.

Nel caso si provocassero incisioni, o si rilevassero incisioni esistenti sulla superficie dei tubi di profondità superiore a $(0,1 \times s)$ mm o di profondità tra $(0,05 \text{ e } 0,1 \times s)$ [mm] ma di lunghezza superiore a 50 cm i tubi interessati saranno accatastati a parte, sulla testata a vista e sulla zona incisa si spruzzerà una vernice di colore vivace.

15.2 Predisposizione dell'area di accatastamento

Le aree su cui accatastare i tubi per uno stoccaggio superiore ad una settimana devono rispondere ai seguenti requisiti:

- facilmente avvicinabili da mezzi per il carico scarico, con strisce di terreno viabile consolidato;
- devono essere pianeggianti;
- la zona dove le tubazioni poggiano sul terreno deve essere spianata, priva di sassi, stoppie od oggetti che possano incidere le tubazioni e con uno strato di terra vagliata come fondo;
- le cataste devono essere fatte nelle zone più elevate dell'area, e comunque si provvederà a predisporre una adeguata intercettazione ed evacuazione di acque meteoriche impedendo l'allagamento e/o ristagno delle stesse nell'area;

- devono essere asportate tutte le erbece, carte, legna e ogni altra cosa che possa incendiarsi per un perimetro di almeno 2,5 m dalle cataste;
- l'area deve essere possibilmente recintata o segnalata

Le aree su cui accatastare i tubi per uno stoccaggio inferiore ad una settimana devono rispondere ai seguenti requisiti:

- facilmente avvicinabili da mezzi per il carico scarico, con strisce di terreno viabile consolidato;
- devono essere pianeggianti;
- la zona dove le tubazioni poggiano sul terreno deve essere spianata, priva di sassi, e con uno strato di terreno vagliato come fondo sopraelevato al terreno circostante;
- le cataste devono essere fatte nelle zone più elevate dell'area;
- devono essere asportate tutte le erbece, carte, legna e ogni altra cosa che possa incendiarsi per un perimetro di almeno 2,5 m dalle cataste;

15.3 Accatastamento

Le cataste dovranno essere eseguite ponendo le tubazioni in strati a nido d'ape la cui altezza non deve superare in nessun caso i 2 m. La larghezza delle cataste sarà tale da permettere di poter imbracare i tubi con i mezzi a disposizione ed evitando di salire sugli stessi senza le opportune precauzioni atte a non danneggiare i tubi.

Le singole cataste potranno contenere solo tubazioni di eguale DN e PN. I tubi dovranno essere messi in modo che sia facilmente leggibile la marcatura.

I tubi in catasta saranno contenuti per mezzo di pali di rinfilanco che impediscano lo slittamento dei tubi inferiori, e agevolino il contenimento di eventuali tubi che rotolino di fianco.

I tubi consegnati con imballaggio a pallet, dovranno essere accatastati senza la rimozione dell'imballo.

15.4 Sfilamento

Lo sfilamento dei tubi, fatto con mezzi di sollevamento o manualmente, dovrà avvenire in modo che gli stessi non subiscano in nessun caso trascinati sul terreno.

Le tubazioni lungo il tracciato andranno posate sul terreno dopo aver accuratamente rastrellato la zona e sparso del materiale vagliato. Sull'asfalto potranno essere appoggiate senza particolari precauzioni, evitando di avere sfregamenti tra tubo e asfalto.

Tutti i tubi, siano essi già assemblati con saldatura, in fase di assemblaggio, o in attesa dello stesso devono comunque poggiare sul terreno nelle condizioni minime descritte in questo punto.

16 PROCEDURA DI ESECUZIONE DEGLI SCAVI E RINTERRI

16.1.1 Scavo e i suoi requisiti

L'impresa eseguirà lo scavo con mezzi idonei, che comportino il minimo impatto ambientale possibile per rumorosità, dimensioni, peso, e incidenza sul terreno; le macchine utilizzate saranno descritte dall'impresa in fase di offerta indicando i parametri relativi come indicato nel piano di controllo della qualità.

Lo scavo sarà eseguito dopo la preventiva tracciatura dello stesso eseguita in modo tale che l'operatore non abbia dubbi sulla posizione e larghezza dello stesso. I sottoservizi indagati preventivamente saranno segnalati con particolare cura per i servizi elettrici, telefonici e gas. L'operatore o l'assistente agli scavi dovrà avere sempre a disposizione la mappa della zona con indicati i sottoservizi riscontrati, la loro posizione, la loro profondità (anche presunta) che saranno interessati dalla linea di scavo, e con le indicazioni del percorso e delle profondità di scavo previste.

16.1.2 Quote e misure

Vanno rispettate scrupolosamente le quote di progetto, evidenziando immediatamente al capo cantiere eventuali ritrovati o servizi che necessitino una modifica del tracciato o della quota di scavo. Piccoli aggiustamenti potranno essere eseguiti direttamente con una semplice segnalazione alla direzione lavori, e una registrazione sul rilevato delle misure del "come fatto" per spostamenti più importanti, soprattutto per elevazioni del fondo scavo, cambio della direzione dello scavo si dovrà richiedere l'autorizzazione della direzione lavori.

16.1.3 Protezioni

Si deve impedire, con l'utilizzo di sbadacchiature, palancole, o altri mezzi approvati dalla d.l. il franamento delle pareti sia per non avere modifiche alla sezione di scavo sia per ottemperare alle disposizioni di sicurezza per il personale e per il traffico adiacente.

5.1.1 Radici - acque meteoriche

Si deve eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte; si deve inoltre provvedere, nel modo migliore, alla raccolta e allontanamento delle acque meteoriche

16.1.4 Materiale di risulta

Si deve accumulare il materiale di scavo in modo tale da consentire il libero movimento del personale, l'accesso di mezzi per il trasporto delle tubazioni o di attrezzature per il montaggio; evitare il pericolo di caduta di materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati, avendo cura di non ostacolare

l'eventuale traffico di superficie, e disponendo se necessario l'allontanamento del materiale di risulta a discarica secondo le prescrizioni di Legge ed i regolamenti Comunali.

16.1.5 Frane - smottamenti

L'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi dovrà essere eseguita con mezzi idonei a prevenire eventuali smottamenti o slittamenti, anche mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

Tali opere vanno anche previste in zone cittadine dove vi sia presenza di traffico pesante a meno di 1 m dal bordo dello scavo.

16.1.6 Acque di falda o sorgive

In presenza di acque di falda o sorgive che possono determinare una instabilità del 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, in definitiva, che l'acqua di falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

16.1.7 Dimensioni dello scavo

Le dimensioni dello scavo saranno sufficienti per permettere una sistemazione corretta del fondo ed un agevole collegamento dei diversi elementi della tubazione.

Per ogni diametro di progetto è prevista la seguente tipologia minima:

DE (mm)	Larghezza (m)
90 ÷ 280	0,7
315 ÷ 400	0,80
450 ÷ 500	0,90
560 ÷ 630	1,00
710 ÷ 800	1,30
900 ÷ 1000	1,80

Per quanto possibile, in funzione della natura del terreno e dei mezzi disponibili, non si dovrà eccedere da tali misure di larghezza.

16.1.8 Letto di posa

La natura del fondo della trincea o, più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, dovrà avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali tali da pregiudicare la stabilità e l'integrità dell'area di scavo e dei ripristini stradali. Al fondo della trincea, livellato e liberato da ciottoli, pietrame ed eventuali altri materiali che impediscono il perfetto livellamento si dovrà sovrapporre un letto di posa sabbioso così da avere una superficie perfettamente piana tale da assicurare la ripartizione uniforme dei carichi lungo l'intera tubazione. Lo spessore del letto di appoggio dovrà essere di almeno $(10 + 0,1 D)$ centimetri. Il materiale dovrà essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 millimetri e dovrà contenere meno del 12% di fino (composto da particelle inferiori a 0,08 millimetri).

16.2 Rinfiacco delle tubazioni e rinterro dello scavo

16.2.1 Materiali

Il rinfianco delle tubazioni ed il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, dovranno essere effettuati con sabbia avente le seguenti caratteristiche

- peso in volume secco minimo di 1,9 t/mc
- massimo contenuto di limo 10% del volume
- massimo contenuto di argilla 5% del volume

16.2.2 Rinfiacco

Il rinfianco sarà eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala con bordi arrotondati e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non danneggiare il tubo).

Ultimata questa operazione il costipamento sarà proseguito fino a 30 cm sopra la generatrice superiore della condotta, effettuando la compattazione su strati spessi 20 ÷ 30 cm.

La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata.

In questa prima fase si lasceranno scoperti i giunti, i raccordi, le derivazioni ed, in generale, tutti gli elementi che dovranno essere attentamente controllati durante il controllo in opera della condotta.

16.2.3 Reinterro

Il riempimento successivo dovrà essere effettuato a strati dello spessore massimo di 30 cm che dovranno essere costipati (a mano, con pigiatoi piatti, o con apparecchi di costipazione meccanici leggeri) uno dopo l'altro almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione, in zone soggette a traffico leggero, almeno fino a 1,50 metri in zone soggette a traffico pesante e a 100 metri per strade con traffico leggero come da norma UNI EN 1401-1:2009.

16.2.4 Protezioni

Per altezze del rinterro inferiori a quelle stabilite in progetto, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato. Tale protezione dovrà essere preventivamente approvata dalla D.L.

16.2.5 Condizioni di posa particolari

In presenza di falda freatica bisogna assicurarsi che detta falda non possa provocare in alcun modo spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. Occorre, allo scopo, consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, evitando ogni possibile instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura. Qualora nel corso dei lavori si verificano, per tratti limitati, condizioni di posa più gravose di quelle di progetto (sgrottamento delle pareti, frane, ecc.) si deve procedere ad opere di protezione che riconducano le condizioni di posa a quelle prescritte, con la realizzazione d'appositi muretti di pietrame o calcestruzzo atti a ridurre la lunghezza della sezione di scavo, o d'altra opportuna soluzione autorizzata dalla Direzione Lavori. Nel caso in cui, per ragioni tecniche, l'altezza H di ricoprimento in qualche punto debba risultare inferiore ai minimi prescritti, occorre far assorbire i carichi verticali da opportuni manufatti di protezione (diaframmi rigidi di protezione e di ripartizione dei carichi da collocare sopra l'ultimo strato di materiale minuto compatto), secondo apposito ordine della Direzione Lavori. In caso di attraversamento di linee ferrovie, si può:

- prevedere un tubo guaina protettivo in acciaio rivestito;
- posare la tubazione in un cunicolo in cemento armato

16.2.6 Metodo

Le operazioni su descritte, compatibilmente con l'organizzazione dei lavori, saranno fatte nelle ore meno calde della giornata.

Si procederà sempre a zone e di 20 ÷ 30 m, avanzando in una sola direzione e in caso di pendenza in salita. Si lavorerà su tre tratte consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia, intorno al tubo nella tratta più avanzata.

Una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi e l'inserimento in pozzetti di pezzi speciali, dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 metri, dal pozzetto stesso.

Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

Dopo un conveniente periodo di assestamento l'impresa provvederà alla sistemazione ed al ripristino delle massicciate e delle sovrastanti pavimentazioni preesistenti.

16.2.7 Controlli e responsabilità

I rinterri e le massicciate ripristinate dovranno essere costantemente controllate dall'Impresa che, quando ne risultasse la necessità, dovrà procedere immediatamente alla ricarica degli stessi con materiale adatto, e ciò fino al conseguimento del collaudo.

Se gli scavi fossero avvenuti in terreno coltivo, il rinterro dovrà essere effettuato utilizzando, per lo strato superiore e per le successive ricariche, terra di coltura.

L'impresa, anche quando avesse rispettato le norme del presente punto, rimarrà unica responsabile di ogni conseguenza alla viabilità ed alla sicurezza.

Nel corso della posa in opera si raccomanda di chiudere con tamponi di legno o con qualunque altro mezzo idoneo i tronchi di tubazioni già posati e che dovessero rimanere per qualche tempo aperti e non sorvegliati, onde impedirne l'intasamento.

Per stabilire se la tubazione dopo il rinterro ha subito deformazioni o si fosse ostruita durante il corso dei lavori, a causa della mancata osservanza da parte dell'installatore delle raccomandazioni sopra riportate, si può far passare tra un pozzetto e l'altro una sfera di diametro inferiore del 5% a quello interno del tubo impiegato.