

ISTITUTO ITALIANO DEI PLASTICI

INSTALLAZIONE DELLE FOGNATURE DI PVC

Raccomandazione per il calcolo e l'installazione di condotte di PVC rigido (Norma UNI EN 1401), a parete compatta nella costruzione di fognature e di scarichi industriali interrati

Capitolo 1

PRESCRIZIONE PER L'ACCETTAZIONE DEL MATERIALE

La prescrizione per l'accettazione dei tubi e dei raccordi di PVC rigido nella costruzione di fognature e di scarichi industriali sono contenute nelle seguenti norme:

- **UNI EN 1401-1**: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). - Specificazioni per tubi, raccordi ed il sistema.
- **UNI ENV 1401-2**: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). - Guida per la valutazione delle conformità.
- **UNI ENV 1401-3**: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione.
- **UNI EN 1610**: costruzione e collaudo di connessione di scarico e collettori di fognatura.
- **UNI ENV 681**: 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
 - Parte 2 - Elastomeri termoplastici
- **UNI ISO/TR 7473**: Tubi e raccordi di policloruro di vinile (PVC) rigido.
Resistenza chimica nei confronti dei fluidi
- **ISO/TR 7073**: Raccomandazioni tecniche per l'installazione di PVC non plasticizzato. Tubi interrati
- **ISO/TC 138/1062**: Tubi di materia plastica non in pressione. Metodi di calcolo per tubi flessibili interrati.

Definizioni, simboli ed abbreviazioni

Ai fini della presente Raccomandazione, quando non definiti nei singoli capitoli, si applicano le seguenti definizioni, simboli ed abbreviazioni:

Codice dell'area di applicazione: codice utilizzato nella marcatura di tubi e raccordi per indicare l'area di applicazione cui essi sono destinati.

• **U:** codice dell'area d'applicazione per un'area distante maggiore di 1 m dal fabbricato al quale

è collegato il sistema di tubazioni interrato;

• **D:** codice dell'area di applicazione per un'area al disotto del fabbricato ed entro 1 m di distanza dal fabbricato per tubi e raccordi interrati collegati al sistema di scarico del fabbricato.

• **UD:** tubazioni idonee per entrambe le applicazioni **U** e **D**.

Dimensione nominale, DN: designazione numerica per le dimensioni di un componente, diversa da quella identificata dalla dimensione della filettatura, che è un numero arrotondato approssimativamente uguale alla dimensione costruttiva, in millimetri (mm).

Spessore di parete, e: misura dello spessore della parete in un punto qualsiasi sulla circonferenza di un componente.

Rigidità anulare nominale, SN: designazione numerica della rigidità anulare di un tubo o raccordo data da un conveniente numero arrotondato che si riferisce alla rigidità in kilo-Newton al metro quadrato (kN/m^2), indicante la rigidità anulare minima richiesta per un tubo e raccordo.

Rapporto dimensionale, normalizzato, SDR: designazione numerica di una serie di tubi, data da un conveniente numero arrotondato approssimativamente uguale al rapporto dimensionale tra il diametro esterno, e lo spessore di parete.

PVC-U: policloruro di vinile non plasticizzato (rigido).

“ **Codice dell'area di applicazione:** codice utilizzato nella marcatura di tubi e raccordi per indicare l'area di applicazione cui essi sono destinati. ”

IMPORTANTE !

I tubi ed i raccordi di PVC conformi alla Norma UNI EN 1401-1 devono riportare marcato in modo indelebile la scritta prevista dalla citata norma e precisamente:

- Numero della norma: EN 1401
- Codice dell'area di applicazione: U o UD
- Nome del fabbricante o marchio di fabbrica: XXX
- Dimensione nominale: per esempio 200
- Spessore minimo di parete o SDR: esempio 4,9 o SDR 41
- Materiale: PVC-U oppure PVC
- Rigidità anulare nominale: per esempio SN 4
- Informazioni del fabbricante: periodo di produzione (anno, mese e giorno in chiaro o in codice), luogo di produzione ed ogni altra cosa richiesta dall'Ente di controllo della Certificazione Aziendale e di prodotto.
- Marchio di conformità: IIP-UNI
- Per impiego a basse temperature:
❄ (cristallo di neve) simbolo impresso sui tubi che sta ad indicare che gli stessi possono essere impiegati a basse temperature. Questa marcatura è applicabile solamente a tubi che nelle prove si sono dimostrati conformi a 7.1.2. della norma UNI EN 1401-1.

La marcatura di cui sopra, ad eccezione del simbolo del cristallo di ghiaccio, deve essere leggibile senza mezzi d'ingrandimento e durevole nel tempo.

Il Marchio di conformità IIP-UNI assicura la rispondenza dei tubi e raccordi alla Norma di prodotto.

Il Marchio IIP-UNI, di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), è gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici.

Capitolo 2

SETTORI E CONDIZIONI D'IMPIEGO

Settori d'impiego

Le tubazioni con elementi (tubi e raccordi), previsti dalle norme di cui al capitolo 1), sono adatte al convogliamento di:

- 1) scarichi di acque di rifiuto civili ed industriali non in pressione (acque bianche, nere e miste);
- 2) scarichi industriali, agricoli e di acque di rifiuto in genere nel limite della resistenza chimica dei materiali (vedi capitolo 10).

Condizioni d'impiego

Sono stabilite in accordo con la Norma UNI EN 1610 che tratta di condizioni di posa valide per qualsiasi tipo di condotta sia in pressione sia a pelo libero.

Nell'attesa della pubblicazione di UNI ENV 1401-3, Guida per l'installazione, si consiglia di eseguire sempre un calcolo di verifica statico (vedi capitolo n°4). L'esperienza pluridecennale della posa di condotte di PVC-U ci permette di consigliare le seguenti condizioni di posa:

Classe di rigidità SN 2 kN/m²

- Temperatura massima permanente dei liquidi trasportati 40 °C;
- minimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 0,8 m;
- massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 3,0 m;
- traffico stradale 12 t/asse;
- trincea stretta;
- opera di posa corretta.

Classe di rigidità SN 4 kN/m²

- Temperatura massima permanente dei liquidi trasportati 40°C;
- minimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 0,80 m;
- massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 6,00 m;
- traffico stradale 12 t/asse;
- trincea stretta;
- opera di posa corretta.

Classe di rigidità SN 8 kN/m²

- Temperatura massima permanente dei fluidi trasportati 40 °C;
- minimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 0,80 m;
- massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 6,00 m;
- traffico stradale 16 t/asse;
- trincea stretta;
- opera di posa corretta.

Essendo le condizioni di posa molto diverse (terreno di ricopertura, compattazione, traffico, acqua di falda) le risposte possono essere diverse caso per caso; in linea di massima vedere, la FIG.1.

E' da notare che la tecnica dei tubi flessibili (di cui i tubi di PVC fanno parte), ha fatto molti progressi negli ultimi anni. È ben chiara e sperimentata ora la capacità del tubo flessibile di trasmettere il carico lateralmente sul terreno.

Il progettista quindi, con un'adeguata conoscenza delle caratteristiche del terreno e con il controllo della posa in opera, può verificare condizioni di carico e di posa più gravose di quelle previste.

A tale scopo nel capitolo 4 vengono forniti gli elementi necessari per la verifica del calcolo statico del sistema tubo/terreno. I criteri di calcolo sono quelli previsti dal documento ISO/TC 138/1062, integrati con esperienze accumulate da produttori italiani.

È opportuno sottolineare che i tubi di PVC non necessitano di essere rinforzati e ricoperti con calcestruzzo, a meno di esigenze particolari. Ciò è dannoso in quanto trasforma il tubo flessibile in una trave rigida che si può rompere in seguito a movimenti del terreno. Qualora le necessità lo richiedano, si consiglia di fare il getto di calcestruzzo del tipo e spessore determinato da un calcolo statico, e di interrompere il getto ad ogni giunzione con un foglio di polistirolo espanso. Tale accorgimento fa sì che ogni elemento della condotta, diventi un tubo rigido e possa, entro i limiti dell'angolo di deviazione ammesso dal sistema di giunzione, muoversi e seguire gli assestamenti del terreno.

Capitolo 3

CALCOLO IDRAULICO

Scopo

Il calcolo idraulico deve dimostrare che la tubazione è in grado di smaltire la portata d'acqua prevista.

Portata

Per il calcolo della portata delle **acque pluviali** esiste una vasta letteratura che affronta questo complesso problema e ad essa rimandiamo.

Più semplice invece è il calcolo della portata delle acque domestiche (acque nere), di cui forniamo i criteri essenziali.

I parametri base sono:

- popolazione (numero di abitanti);
- dotazione idrica giornaliera per abitante.

La dotazione idrica giornaliera per abitante varia tra città e città ed è fissata dagli enti tecnici dei Comuni e dei Consorzi.

Normalmente oscilla tra 250 e 350 litri/abitate-giorno.

La portata Q (l/s) di un collettore di acque nere è data da:

$$Q = \frac{\alpha \cdot d \cdot P}{86400}$$

dove:

α = coefficiente di riduzione (0,80);

d = dotazione idrica giornaliera per abitante (l/abitate - giorno);

P = numero degli abitanti (previsione demografica). Occorre però tenere conto del fattore di contemporaneità degli scarichi nelle ore di punta.

La portata Q_c da utilizzare nei calcoli risulta quindi:

$$Q_c = K \cdot Q \text{ (l/s)}$$

dove:

K varia tra: 1,3 per le condotte maggiori e 2 per le condotte minori.

Può tuttavia assumere valori maggiori qualora si abbia un comportamento molto uniforme della popolazione nell'utilizzo degli scarichi.

Formula base del movimento

Per il movimento dell'acqua nelle condutture circolari di PVC è utilizzata la formula di Prandtl-Colebrook, che nel settore delle fognature a sezione circolare trova sempre maggiori consensi.

$$V = -2 \sqrt{2 \cdot g \cdot D_1 \cdot J} \cdot \log \left(\frac{K}{3,71 \cdot D_1} + \frac{2,51 \cdot v}{D_1 \sqrt{2 \cdot g \cdot D_1 \cdot J}} \right)$$

dove:

V = velocità media della corrente (m/s) - (rapporto tra portata e sezione bagnata);

g = accelerazione di gravità (9,81 m/s²);

D_i = diametro interno del tubo (m);
 J = pendenza della tubazione (valore assoluto);
 K = scabrezza assoluta della tubazione (m) - (altezza media delle irregolarità della parete interna);
 ν = viscosità cinematica (m^2/s) - (rapporto tra viscosità dinamica e densità del fluido $\nu = \eta/\rho$).

Scabrezza

Si è posto $K = k_e$ (di esercizio) = 0,25 mm ($2,5 \cdot 10^{-4}$).
 Tale valore è superiore (~35 volte) al valore della scabrezza ($K = 0,007$ mm), delle tubazioni di PVC nuove di fabbrica.
 Ponendo $K = K_e = 0,25$ mm (valore raccomandato da A.T.V.*) si tiene conto di:

- diminuzione della sezione per depositi e incrostazioni;
- modifica della scabrezza della parete del tubo nel corso dell'esercizio;
- giunzioni non perfettamente allineate;
- ovalizzazione del tubo;
- modifiche di direzione;
- presenza di immissioni laterali.

Viscosità cinematica

Si è posto $\nu = 1,31 \cdot 10^{-6} m^2/s$ indipendentemente dalla variazione della temperatura. Tale valore è raccomandato da A.T.V.*

Portate - Pendenze - Diametri

Utilizzando la formula di Prandtl-Colebrook e le ipotesi di calcolo di cui sopra, sono state calcolate le velocità medie della corrente per tutti i diametri previsti dalla norma UNI EN 1401-1.

Poiché viene considerato in ogni caso un deflusso a sezione piena, è facile risalire alla portata Q applicando la relazione:

$$Q = \pi \frac{D_i^2}{4} \cdot v$$

Per comodità dell'utilizzatore sono riportate in forma di tabelle (tabelle 1-2 e 3) i valori di portata e di velocità utilizzando la formula di Prandtl-Colebrook.

Nel calcolo del diametro e della pendenza si consiglia:

- di prevedere pendenze adeguate. Nel dubbio ricorrere a tubi sovradimensionati in modo da poter utilizzare pendenze inferiori. Ciò consente di posare i tubi nel terreno a minore profondità, con una conseguente minore incidenza della posa in opera.
- di prevedere un aumento della portata in seguito all'ampliamento della rete fognaria.

(*) A.T.V. - Associazione Tecnica delle Fognature (Abtrittsgrube Technische Vereinigung)

FIG. 1 - ABACO PER LA SCELTA DELLA CLASSE DI RIGIDITÀ (SN) IN FUNZIONE DI: RICOPERTURA, PROFONDITÀ DI POSA, COMPATTAZIONE E TRAFFICO STRADALE

H ₂ O	H(m)	SN 2-SDR 51	SN 4-SDR 41	SN 8-SDR 34
Piano di calpestio				
	0,0			
	0,5			
	1,0			
	2,0			
	3,0			
	4,0			
	5,0			
	6,0			
	7,0			
	8,0			

Condizioni di posa delle condotte:

- trincea stretta
- acqua di falda
- rinfiaccio e ricopertura con ghiaia e sabbia

Divieto d'uso	Traffico 12 t asse	Traffico 16 t asse
----------------------	---------------------------	---------------------------

L'uso dell'abaco è per una scelta di massima; prima della progettazione definitiva è opportuno verificare la classe di rigidità (SN KN/m²) con calcolo di verifica statica (cap.8)