



## APPENDICE I

### Comportamento delle tubazioni interrate in caso di terremoto

L'affidabilità delle linee di distribuzione dei servizi primari a fronte dei fenomeni sismici ha una grande importanza dal punto di vista economico e sociale. I danni dal danneggiamento di tubazioni in caso di terremoto non sono diretti, ma le conseguenze possono essere comunque molto gravi. La letteratura tecnica cita casi di eventi sismici nei quali la maggior parte delle vittime non furono causate dal terremoto in sé, ma, piuttosto, furono effetti degli incendi che scoppiarono e che non fu possibile spegnere a causa dell'interruzione delle linee interrate del trasporto dell'acqua.

Anche gli effetti post-sismici sulle tubazioni vanno tenuti nella debita considerazione, soprattutto in relazione alle problematiche attinenti la salute della popolazione colpita (soddisfacimento delle necessità primarie e possibilità di epidemie). Infine non sono trascurabili i possibili impatti sull'ambiente e le conseguenze economiche.

I danneggiamenti di tubazioni interrate riscontrati a seguito di fenomeni sismici sono attribuibili alle seguenti principali cause dirette:

- Movimenti permanenti del terreno, dovuti a frane, smottamenti, assestamenti, dislocazioni, apertura di faglie;
- Spostamenti relativi dovuti a caratteristiche non uniformi del terreno lungo la tubazione (materiali e condizioni di compattazione differenti, effetti della liquefazione);
- Spostamenti relativi dovuti alla propagazione dell'onda sismica lungo la tubazione.

La prima causa è, in generale, la più pericolosa per l'integrità strutturale della tubazione; tuttavia è anche la causa rispetto alla quale hanno poca efficacia interventi tecnologici sui materiali ed i componenti della tubazioni o soluzioni particolari di posa in opera, in relazione alla grande entità degli spostamenti che ne derivano. Oltre a ciò si riconosce che i terremoti registrati in Italia raramente sono stati accompagnati da fratture superficiali di entità rilevanti.

Nel caso delle tubazioni interrate, la valutazione dell'affidabilità sismica può prescindere dall'influenza degli effetti dinamici inerziali propri della tubazioni, a causa della condizione di vincolo determinata dal terreno compattato e dalle caratteristiche di smorzamento di quest'ultimo. Gli effetti inerziali della tubazioni hanno invece rilevan-

za nel caso di condotte non interrate, ma solo appoggiate al terreno, ciò che, però, è abbastanza raro nella pratica.

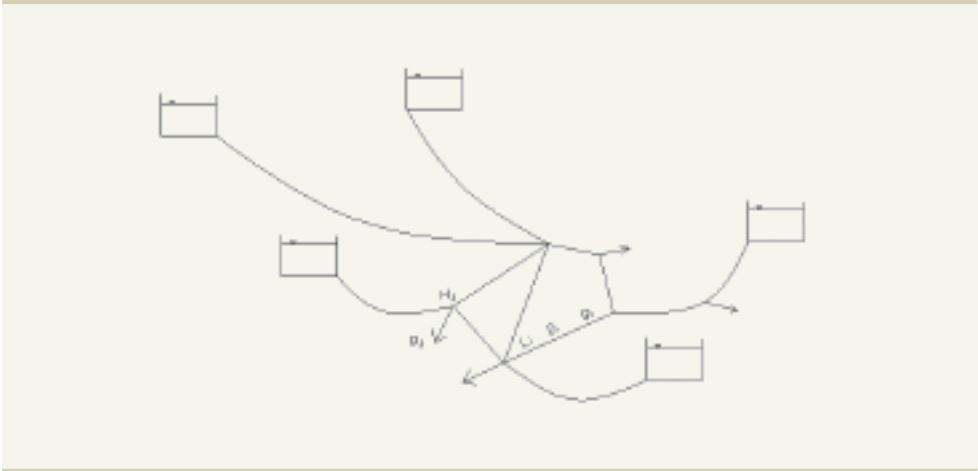
Il comportamento dinamico della tubazione interrata è, in definitiva, determinato da quello del terreno circostante e l'effetto complessivo dell'evento sismico è riconducibile a spostamenti relativi macroscopici di natura quasi-statica fra le sezioni della tubazione ed in particolare tra le sezioni di vincolo. Il moto relativo si traduce in sollecitazioni longitudinali e flessionali della tubazione che si combinano con quelle associate alla pressurizzazione della stessa. Il comportamento strutturale della tubazione è influenzato dalla presenza del terreno circostante anche perché da questo dipende la distribuzione dei carichi trasversali e longitudinali sulla tubazione. Inoltre l'azione di contenimento del terreno gioca un ruolo fondamentale sulle condizioni di stabilità delle tubazioni della tubazione sottoposta a compressione assiale.

Simulazioni degli effetti dinamici e statici su tubazioni in materiale plastico sono state eseguite soltanto per quanto riguarda il polietilene ad alta densità. In queste prove è stato evidenziato un comportamento simmetrico del materiale a trazione e compressione. I cicli di isteresi, nel campo di frequenze osservato, si è dimostrato indipendente dalla frequenza di oscillazione. Inoltre, i valori delle deformazioni misurate nel corso delle prove sismiche, si mantengono in generale molto bassi, indicando livelli di scarso rilievo nelle sezioni strumentate. In ogni caso, vale la constatazione, che non si sono verificate perdite di liquido della condotta in pressione, a testimonianza dell'integrità della tubazioni, dei singoli componenti e delle giunzioni saldate.

## APPENDICE 2

### Il problema di verifica

**Q**uesto problema riguarda la verifica di funzionamento della rete esistente e consiste essenzialmente nella determinazione delle portate che percorrono i singoli tratti di una rete.



Sia assegnato un qualsiasi sistema di condotte per il quale siano noti i seguenti elementi:

- Le quote (che si ammettono costanti) dei peli liberi nei serbatoi che alimentano il sistema o sono da essi alimentati;
- Le lunghezze  $L_i$ , i diametri  $D_i$  e le scabrezze degli  $m$  lati che formano il sistema, intendendosi per lato ciascun tronco di condotta a diametro costante;
- Le portate  $Q_i$  erogate agli  $n$  nodi della rete, intendendosi per nodo un qualunque punto ove confluiscono più di due condotte, oppure ove sussiste un cambiamento di diametro o di scabrezza, o una erogazione concentrata.

Ci si propone di individuare il funzionamento di tale rete, e cioè di determinare i valori delle  $m$  portate  $Q_i$  che percorrono i lati della rete, e degli  $n$  carichi  $H_j$  ai nodi.

Occorre preventivamente fissare un senso di percorrenza di ciascun lato (che sarà poi da controllare, ed eventualmente da cambiare in seguito al risultato dei calcoli). Per la soluzione del problema sono disponibili le seguenti relazioni:

- Per ciascun nodo l'equazione di continuità:

$$\sum Q_i - \sum Q_j = 0$$

essendo la sommatoria estesa a tutti i lati che convergono al nodo ed assegnando segno positivo alle portate  $Q_i$  entranti e segno negativo alle portate uscenti. Di tali equazioni se ne possono scrivere  $n$ , tante quante i nodi.

- Per ciascun lato l'equazione delle perdite lungo di esso:

$$H_j - H_{j-1} = L_i k_i Q_i^2 D_i^{-n_i} = \beta_i Q_i^2$$

essendo  $H_j$  e  $H_{j+1}$  i carichi agli estremi del lato: fra questi sono incogniti quelli ai nodi, mentre sono conosciuti quelli ai serbatoi. Di queste equazioni se ne possono scrivere  $m$ , tante quante sono i lati. Il parametro  $\beta$  è una costante che caratterizza ogni lato.

Il sistema delle  $m+n$  equazioni definisce completamente il problema. Se i prefissati sensi di percorrenza dei lati non sono tutti corrispondenti al funzionamento reale, alcuni risultati saranno costituiti da valori immaginari: in tal caso risulta necessario ripetere il calcolo dopo aver modificato opportunamente i sensi di percorrenza.

Quando la rete di condotte è piuttosto complessa la soluzione del sistema della equazioni diventa molto laboriosa e risulta allora conveniente ricorrere all'impiego di mezzi informatici.

Per quanto riguarda il problema di verifica nei canali a pelo libero, la formula di Chezy:

$$Q = A_0 C_0 \sqrt{R_{0i}}$$

consente la risoluzione di tali problemi. Questi consistono, assegnato il canale, nel controllarne il funzionamento, cioè nello stabilire le portate che vi si possono muovere con determinate altezze di acqua  $h_0$ , oppure le altezze necessarie per convogliare determinate portate.

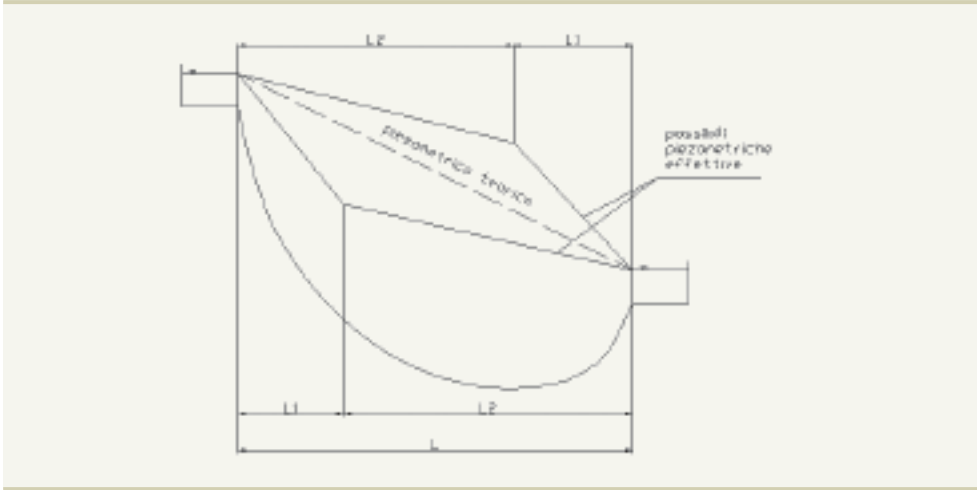
Alla prima questione risponde senz'altro direttamente la formula di Chezy, dovendosi in essa ritenere  $A_0$ ,  $R_0$  e  $C_0$  funzioni note di  $h_0$ . La risposta alla seconda questione non è invece così immediata, non essendo  $h_0$  esplicitabile dalla formula suddetta. Bisogna allora procedere per tentativi, oppure avvalendosi del grafico che rappresenta la formula di Chezy che viene detto scala delle portate.

## APPENDICE 3

### Il problema di progetto

Questo problema riguarda il dimensionamento e cioè l'individuazione dei diametri che occorre assegnare ai diversi tratti della rete in modo che essa possa svolgere un servizio prefissato.

Si consideri il caso semplice del dimensionamento di una condotta destinata a collegare due serbatoi.



Sono assegnati:

- Il dislivello  $Y$  tra i peli liberi nei due serbatoi;
- La lunghezza della condotta;
- La portata che dovrà essere convogliata, che per il dimensionamento sarà posta uguale alla massima prevedibile nel periodo di funzionamento;
- Il tipo di materiale prescelto per la realizzazione della condotta e quindi le sue caratteristiche idrauliche (la scabrezza). La scabrezza di una condotta va generalmente aumentando nel tempo e per questo nel dimensionamento si dovrà considerare il valore che presumibilmente la condotta assumerà al termine della sua durata.

Si determina dapprima un unico diametro teorico, facendo uso di una formula del tipo:

$$J = \frac{Y}{L} = k \frac{Q^2}{D^n}$$

che consente di esplicitare il diametro:

$$n \log D = \log k + 2 \log Q - \log J$$

Detto  $D_t$  il diametro così ottenuto, si sceglieranno nella serie commerciale, i due diametri  $D_1$  e  $D_2$  immediatamente inferiore e superiore a  $D_t$  e la condotta verrà costituita con due tronchi aventi tali diametri. Le lunghezze da assegnare ad essi risultano dal sistema:

$$\begin{aligned} L_1 + L_2 &= L \\ J_1 L_1 + J_2 L_2 &= Y \end{aligned}$$

Se il sistema di condotte è più complesso, per determinare il diametro da assegnare alle condotte si utilizzerà un criterio economico, scegliendo la soluzione che comporta la minima spesa di impianto.

Se il sistema di condotte è soltanto a gravità l'onere annuo da considerare terrà conto dell'interesse e dell'ammortamento del capitale impiegato per la costruzione dell'impianto e del costo di manutenzione. Questi oneri vengono generalmente assunti pari ad una percentuale  $r$  del costo di impianto  $C_i$ .

Se invece nella rete sono inserite delle macchine che assorbono o cedono energia al liquido in movimento, gli oneri annui terranno conto anche degli oneri  $C_e$  corrispondenti alla mancata produzione oppure al maggior assorbimento di energia dovute alle perdite di carico nelle condotte. Si potrà quindi scrivere che gli oneri annui totali per un impianto sono:

$$C = rC_i + C_e$$

Per il problema di progetto nei canali a pelo libero, si può utilizzare la formula di Chezy:

$$Q = A_0 C_0 \sqrt{R_0 i}$$

la quale, però, da sola si dimostra essere subito insufficiente, essendo il problema stesso a priori indeterminato. Si tratta di stabilire le dimensioni da assegnare alla sezione trasversale del canale, affinché esso sia in grado di convogliare una portata prescritta; sono di norma dati la pendenza  $i$ , strettamente legata all'altimetria dei terreni che devono essere percorsi dal canale, e l'indice di scabrezza, che dipende dal tipo di parete che si intende adottare.

Per i canali, la sezione trapezia è quella ancora oggi la più largamente usata. Supponendo di assegnare una determinata pendenza alle pareti, in base a considerazioni sulla stabilità del terreno, è chiaro che una medesima area  $A_0$  della sezione trasversale si può ottenere con diverse altezze  $h_0$ , facendo variare la larghezza della base inferiore del trapezio; ed a ognuna di queste altezze corrisponde un diverso valore di  $R_0$  e quindi di  $C_0$ .

L'indeterminazione del problema può essere risolta ponendo ulteriori condizioni che possono essere:

- Di natura tecnica, per esempio riguardanti i valori preferibili per la velocità media della corrente;
- Di natura economica, cercando la soluzione di minor costo. Si può ipotizzare che il minimo costo si abbia quando è minimo il volume di scavo, cioè minima  $A_0$ . La forma più conveniente è la semicircolare; fra quelle di forma trapezia con assegnata pendenza delle sponde, la più conveniente è quella circoscrittabile a una semi circonferenza. Si dovrà sempre considerare anche un franco, cioè la parte di canale che dovrà essere lasciata libera dalla corrente per evitare esondazioni e un eccessivo imbibimento dei terreni circostanti. Se il canale deve essere rivestito, il costo del rivestimento è spesso una componente importante del costo complessivo. Per questo, attualmente, si tende a fare il dimensionamento considerando i costi totali dell'opera idraulica da realizzare.

## APPENDICE 4

### Formulario

#### Teorema di Bernoulli

$$h_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = h_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = H = \text{costante}$$

$h$  = posizione del punto rispetto al piano di riferimento;

$\frac{p}{\gamma}$  = carico statico;

$\frac{v^2}{2 \cdot g}$  = energia cinetica.

#### Moto a pelo libero

*Formula di Chezy:*

$$V = \lambda \sqrt{R \cdot J}$$

$\lambda$  = coefficiente di rugosità della parete del canale.

*Formula di Kutter:*

$$\lambda = \frac{23 + 0,00155 / J + 1 / n}{1 + (23 + 0,00155 / J) \cdot n / \sqrt{R}}$$

Il valore di  $n$  varia tra 0,008 per il PVC e 0,04 per tubazioni con pareti molto irregolari.

#### Moto nelle condotte in pressione

*Formula di Darcy – Weisbach:*

$$J = \lambda \frac{V^2}{2gD}$$

$\lambda$  = coefficiente adimensionale d'attrito;

$V$  = velocità media;

$D$  = diametro della tubazione.

*1. Regime laminare ( $Re < 2000$ ):*

*Formula di Poiseuille:*

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

*2. Regime turbolento:*

*Formula di Manning-Strickler:*

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} j^{1/2}$$

$n$  dipende dal tipo di scabrezza.



Formula di Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[ \frac{K}{3,71D} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right]$$

Formula di Prandtl-Colebrook (usata per le fognature):

$$V = -2\sqrt{2gI} \log \left( \frac{K_a}{3,7iD} + \frac{2,51v}{D\sqrt{2gD_i}} \right)$$

### Dimensionamento di una condotta in pressione

$$r \cdot C_c + C_E \cdot E_p = \min$$

$r$  = tasso di ammortamento annuo del costo di costruzione, pari all'8%;

$C_c$  = costo della condotta di adduzione e si può esprimere come:

$$C_c = \beta \cdot k \cdot (L_p \cdot D_p^\alpha + L_c \cdot D_c^\alpha)$$

$\beta$  = costo accessorio aggiuntivo che risulta essere pari 1.6 se  $D_c < 400$  mm oppure 1.8 se  $D_c > 400$  mm.;

$k$  = costo unitario 310 €/m<sup>1+ $\alpha$</sup> ;

$\alpha = 1,4$ .

$C_E$  = costo medio dell'energia, che varia a seconda che si considerino le ore piene di maggior consumo o quelle vuote di minimo consumo .

$E_p$  = l'energia di pompaggio:

$$EP = W_p \cdot n = \frac{9,8 \cdot Q \cdot n \cdot H_p}{\eta}$$

$W_p$  = potenza della pompa;

$n$  = numero di ore di funzionamento in un anno;

$Q$  = portata relativa alle ore di funzionamento;

$H_p$  = prevalenza della pompa =  $H_g + i_p L_p + i_c L_c$ ;

$H_g$  = dislivello geodetico;

$i$  = cadente piezometrica =  $\frac{\beta^* \cdot Q^2}{D^{5.33}}$ ;

$\eta$  = rendimento della pompa = 0.7.

*Diametro della condotta*, sarà allora:

$$D_c = \left( \frac{9,8 \cdot n \cdot \beta^* \cdot C_E \cdot Q^3 \cdot 5.33}{\eta \cdot \alpha \cdot \beta \cdot r \cdot k} \right)^{\frac{1}{6.73}}$$

### Dimensionamento di una rete acquedottistica

$$Q_{circ,i} = Q_{comp} \text{ tratti a valle} + \frac{1}{2} Q_{comp,i}$$

$$D_{i,t} = \left[ \frac{\alpha \cdot \beta \cdot \sum (Q_j^{1/3,165} \cdot L_j)}{Y} \right]^{1/5,33} \cdot Q_j^{1/3,165}$$

$D_{i,t}$  = diametro teorico del tratto i-esimo (m);

$\alpha$  = coefficiente correttivo in quanto si ipotizza che le portate siano concentrate ai nodi ed è pari a 1,1;

$\beta$  = coefficiente di scabrezza per tubi usati;

$Q_j$  = portata circolante nei tratti che costituiscono l'asta principale a cui appartiene il tronco i-esimo (m<sup>3</sup>/s);

$L_j$  = lunghezza dei tratti dell'asta principale della ramificazione (m);

$Q_i$  = portata circolante nel tratto i-esimo (m<sup>3</sup>/s);

$Y$  = perdita di carico relativa al punto più disagiato, calcolabile come:

■ Se si considera la ramificazione principale che parte dal serbatoio:

$Y$  = (quota minima del serbatoio) – (quota geodetica del punto) – (altezza del carico).

■ Per le altre ramificazioni invece:

$Y$  = (carico punto di innesto nella ramificazione di ordine superiore) – (quota geodetica del punto) – (altezza del carico).

*Altezza del carico* = somma dell'altezza  $a$  dell'utilizzazione più alta della zona in esame, delle perdite interne della rete dei fabbricati e del carico aggiuntivo necessario affinché l'utilizzazione possa funzionare.

*Carico minimo del punto di innesto dell'asta secondaria* in esame sull'asta principale:

$$\Delta Y_i = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot Q^2}{d_{i, reale}^{5,33}} \cdot L_j$$

$$h_{i, min} = h_{i-1, min} - \Delta Y_i$$

## Ancoraggi di condotte in pressione

*Spinta:*

$$F = K p S$$

$K=1$  per le estremità e per i T a 90°;

$K=1,414$  per le curve a 90°;

$K=0,766$  per le curve a 45°;

$p$  = pressione interna massima di prova in kgf/cm<sup>2</sup>;

$S$  = sezione interna del tubo in cm<sup>2</sup>, è la sezione delle derivazione per i T ridotti in cm<sup>2</sup>, è la differenza delle sezioni per le riduzioni in cm<sup>2</sup>.

Reazione di spinta del terreno:

$$B = K_1 H S_1$$

Il coefficiente  $K_1$  dipende dalla natura del terreno (vedi tabella 7.2).

$H$  = profondità di interramento commisurata rispetto all'asse mediano del tubo in metri.

$S_1$  = sezione di appoggio  $L \times h$  in  $m^2$ , essendo  $L$  la lunghezza del massello di ancoraggio,  $h$  l'altezza del massello di ancoraggio.

### Celerità di propagazione delle perturbazioni

Formula di Allievi:

$$a = \sqrt{\frac{g}{\left[ \frac{1}{E_1} + \frac{D_e}{E_t e} \right] \gamma}}$$

$a$  = celerità in m/s;

$g$  = accelerazione di gravità in  $m^2/s$ ;

$E_1$  = modulo elastico del liquido (per l'acqua  $E_1 = 2,1 \cdot 10^8$  kg/m<sup>2</sup>);

$D_e$  = diametro esterno del tubo in mm;

$E_t$  = modulo elastico della tubazione (per il PVC  $E_t = 3 \cdot 10^8$  kg/m<sup>2</sup>);

$\gamma$  è il peso specifico dell'acqua (1000 kg/m<sup>3</sup>).

Nel caso particolare di acqua in una tubazione di PVC rigido, la celerità si può calcolare con la formula semplificata:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{\frac{6666}{p_n} + 15}}$$

in cui  $p_n$  è la pressione nominale della tubazione.

### Fognature

Portata pluviale:

$$Q_p = \frac{\varphi \cdot i \cdot A}{0,36}$$

$\varphi$  = coefficiente di afflusso in fognatura;

$i$  = intensità di pioggia in mm/h;

$A$  = area scolante.

La portata di un collettore di acque nere in litri/s è data:

$$Q_{R \max} = \frac{\alpha \cdot k_{h \max} \cdot d \cdot N}{86400}$$

$$Q_{R \min} = \frac{\alpha \cdot k_{h \min} \cdot d \cdot N}{86400}$$

dove:

$\alpha$  è un coefficiente di riduzione pari a 0,8,  $d$  è la dotazione idrica giornaliera per abitante,  $N$  è il numero di abitanti,  $k_h$  è il coefficiente per ottenere la portata oraria massima o minima.

$$k_{h \min} = 0,3 - 0,4k_{h \max}$$

Il significato del coefficiente  $k_h$  è spiegato nel primo paragrafo del capitolo sugli acquedotti.

*Formula di Prandtl-Colebrook:*

$$V = -2 \sqrt{2gD_i J} \cdot \log \left( \frac{K}{3,71D_i} + \frac{2,51\nu}{D_i \sqrt{2gD_i J}} \right)$$

$D_i$  = diametro interno della tubazione in metri,

$J$  = pendenza,

$K$  = scabrezza assoluta della tubazione in metri (altezza media delle irregolarità della parete interna),

$\nu$  = viscosità cinematica.

Per le tubazioni di PVC appena uscite dalla fabbrica, il valore di  $K$  è pari a 0,007 mm. Nel calcolo della rete di drenaggio si consiglia l'utilizzo del valore  $K=0,025$  mm in modo da tenere conto della diminuzione della sezione per depositi e incrostazioni, la modifica della scabrezza del tubo in esercizio, la presenza di giunzioni non ben allineate, l'ovalizzazione del tubo, le modifiche di direzione e la presenza di immissioni laterali.

*Modulo udometrico  $u$*  che si misura in l/(s · ha):

$$u = \frac{2168 \cdot n_0 \cdot (\varphi_m \cdot a_a)^{\frac{1}{n_0}}}{W^{\frac{1-n_0}{n_0}}}$$

$$n_0 = 4/3 n_a$$

2168  $n_0$  = funzione di  $n_0$  per i canali chiusi

$\varphi_m$  = coefficiente di deflusso medio

$W$  = somma, divisa per l'area di competenza cumulata da monte a valle della ramificazione, dei volumi:

$V1$  = volume dei piccoli invasi (pozzanghere, grondaie)

$V2$  = volume invasato da tutti i tronchi a monte

$V3$  = volume invasato dal tronco in esame

Quindi:

$W1 = V1/A$  che si pone generalmente pari a 80 m<sup>3</sup>/ha

$W2 = V2/A$

$W3 = V3/A$

$$WI = \frac{V1 + V2 + V3}{A}$$

In particolare la *portata pluviale* viene espressa mediante l'equazione:

$$Q_p = u \cdot A$$

A = area di competenza di ogni singolo tronco e  $u$  = coefficiente udometrico.

### Calcolo meccanico delle reti interrato

*Carico del terreno (trincea stretta):*

$$q_{t1} = C_{d1} \cdot \gamma \cdot B$$

$$C_{d1} = \frac{1 - e^{-2K \tan \theta \cdot H / B}}{2K \tan \theta}$$

è il coefficiente di carico per il riempimento in trincea stretta;

$\gamma$  = peso specifico del terreno in kg/m<sup>3</sup>;

$$K = \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$$

rapporto tra pressione orizzontale e verticale nel materiale di riempimento;

$\theta$  = l'angolo di attrito tra il materiale di riempimento e le pareti della trincea;

$\phi$  = l'angolo di attrito interno del materiale;

H = altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo in metri;

B = larghezza della trincea, misurata in corrispondenza della generatrice superiore del tubo in metri.

*Carico del terreno (trincea infinita o terrapieno):*

$$q_{t2} = C_{d2} \cdot \gamma \cdot H$$

$C_{d2} = 1$  perché la trincea è infinita;

H = altezza del riempimento misurata a partire dalla generatrice superiore del tubo.

*Carico mobile:*

$$q_m = \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{P}{(H + D/2)^2} \cdot \varphi$$

P = carico concentrato in kg costituito da una ruota o da una coppia di ruote, può essere di 3000 kg se rappresenta la situazione in cui sono previsti solo passaggi di autovetture o di autocarri da cantiere; oppure 6000 kg quando rispecchia la situazione in cui sono previsti solo passaggi di autovetture o di autocarri leggeri; oppure 9000 kg se rispecchia la situazione in cui sono previsti passaggi di autotreni pesanti.

D = diametro nominale del tubo;

H = altezza di riempimento misurata dalla generatrice superiore del tubo;

$\varphi$  = coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto dinamico dei carichi.

Si assume uguale a  $1+0,3/H$  (limitatamente ai mezzi stradali) oppure  $1+0,6/H$  (limitatamente ai mezzi ferroviari), se il tubo flessibile non è inserito, come di norma, in un tubo d'acciaio.

*Carico per acqua di falda:*

$$q_f = \gamma_{H2O} (H - H_1 + D / 2)$$

$H$  = riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo,

$H_1$  = soggiacenza della falda dal piano campagna,

$D$  è il diametro nominale esterno del tubo.

*Flessioni del tubo (formula di Splanger):*

$$\Delta y = N_{\Delta y} \frac{QD^3}{\beta EI}$$

$$\Delta x = N_{\Delta x} \frac{QD^3}{\beta EI}$$

$I$  = momento di inerzia del tubo;

$E$  = modulo di elasticità del materiale costituente il tubo;

$N_{\Delta x}$  e  $N_{\Delta y}$  = coefficienti variabili in funzione di  $\alpha$  (angolo di distribuzione del carico) e  $\beta$  (angolo di supporto del letto di posa) e riportati in figura 8.4.

Tenendo conto della variazione del PVC nel tempo:

$$\Delta x = \Delta y = \frac{0,125TQ}{\frac{E}{T} (s / D)^3 + 0,0915E_1}$$

$T = 2$  è il valore raccomandato.

$$E_1 = \frac{9 \cdot 10^4}{\alpha'} (H + 4)$$

$H$  = altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo,

$\alpha'$  = fattore che dipende dalla compattazione del rinfiando del tubo e che è collegato alla prova Proctor.

## APPENDICE 5

## Diametri normalizzati / Spessori

Spessore di parete nominale (UNI EN 1452-1)						
Serie tubi S						
S20	S 16	S 12,5	S 10	S 8	S 6,3	S 5
Pressione nominale basata sul coefficiente di impiego (progetto) C=2,5						
DN	PN 6	PN 10	PN 16	PN 20		
■ 12						
■ 1,5						
■ 16						1,5
■ 20					1,5	1,9
■ 25					1,9	2,3
■ 32			1,6		2,4	2,9
■ 40	1,5		1,9		3,0	3,7
■ 50	1,6		2,4		3,7	4,6
■ 63	2,0		3,0		4,7	5,8
■ 75	2,3		3,6		5,6	6,8
■ 90	2,8		4,3		6,7	8,2
Pressione nominale basata sul coefficiente di impiego (progetto) C=2,0						
	PN 6	PN 10	PN 16	PN 20		
■ 110	2,7	4,2	6,6	8,1		
■ 125	3,1	4,8	7,4	9,2		
■ 140	3,5	5,4	8,3	10,3		
■ 160	4,0	6,2	9,5	11,8		
■ 180	4,4	6,9	10,7	13,3		
■ 200	4,9	7,7	11,9	14,7		
■ 225	5,5	8,6	13,4	16,6		
■ 250	6,2	9,6	14,8	18,4		
■ 280	6,9	10,7	16,6	20,6		
■ 315	7,7	12,1	18,7	23,2		
■ 355	8,7	13,6	21,1	26,1		
■ 400	9,8	15,3	23,7	29,4		
■ 450	11,0	17,2	26,7	33,1		
■ 500	12,3	19,1	29,7	36,8		
■ 560	13,7	21,4				
■ 630	15,4	24,1				
■ 710	17,4	27,2				
■ 800	19,6	30,6				
■ 900	22,0					
■ 1000	24,5					

Dimensioni in mm

Dimensione nominale DN/OD <sup>1)</sup>	Diametro esterno nominale $d_n$	SN 2 SDR 51 <sup>2)</sup>		SN 4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		$e_{min}$	$e_{m,max}$	$e_{min}$	$e_{m,max}$	$e_{min}$	$e_{m,max}$
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	-	-
1 000	1 000	19,6	21,8	24,5	27,2	-	-

1) Le dimensioni non preferenziali sono indicate tra parentesi.

2) SDR 51 è utilizzabile esclusivamente per applicazione nell'area "U".

Dimensioni secondo la norma UNI EN 1401



## APPENDICE 6

## Comportamento delle tubazioni di PVC agli agenti chimici

**Resistenza chimica del PVC rigido (non plastificato),  
non sottoposto a sollecitazioni meccaniche, a fluidi diversi, a 20 e 60 °C**

Reagente o prodotto	Concentrazione	Temperatura	
		20°C	60°C
Acetato (ved. al nome dell'acetato)			
Acetica, aldeide	40%	NS	—
Acetica, aldeide	100%	NS	—
Acetica, anidride	100%	NS	NS
Acetico, acido	glaciale	NS	NS
Acetico, acido	75%	S	L
Acetico, acido	60%	S	L
Acetico, acido monoclato	Sol.	S	L
Aceto		S	S
Acetone	100%	NS	NS
Acido (ved. al nome dell'Acido)			
Acqua di mare		S	L
Acqua ossigenata	30%	S	S
Adipico, acido	Sol. sat.	S	L
Alcole (ved. al nome dell'alcole)			
Alilico, alcole	90%	L	NS
Alluminio cloruro	Sol. sat.	S	S
Alluminio solfato	Sol. sat.	S	S
Alluminio e potassio solfato	Sol. sat.	S	S
Amile acetato (l pentanol-acetato)	100%	NS	NS
Amilico, alcole (l pentanol)	100%	S	L
Ammoniac (gas secco)	100%	S	S
Ammoniac (liquellato)	100%	L	NS
Ammoniac (soluzione)	Sol. dil.	S	L
Ammonio cloruro	Sol. sat.	S	S
Ammonio fluoruro	20%	S	L
Ammonio nitrato	Sol. sat.	S	S
Ammonio solfato	Sol. sat.	S	S
Anidride (ved. al nome dell'anidride)			
Anilina	100%	NS	NS
Anilina	Sol. sat.	NS	NS
Anilina cloridrato	Sol. sat.	NS	NS
Antimonio (III) cloruro	90%	S	S
Antrachinonossolico, acido	Sol.	S	L
Argento nitrato	Sol. sat.	S	L
Arsenico, acido	Sol. dil.	S	—
Arsenico, acido	Sol. sat.	S	L
Benzaldeide	0.1%	NS	NS
Benzene	100%	NS	NS
Benzina (idrocarburi alifatici)		S	S
Benzina (idrocarburi alifatici/benzene)	80/20	NS	NS
Benzico, acido	Sol. sat.	L	NS
Borra		S	S
Borace	Sol. sat.	S	L
Borico, acido	Sol. dil.	S	L
Bromico, acido	10%	S	—
Bromidrico, acido	10%	S	L
Bromidrico, acido	50%	S	L
Bromo (liquido)	100%	NS	NS
Butadiene	100%	S	S
Butano	100%	S	—
Butanolo (ved. Butilico-alcole)			
Butile acetato	100%	NS	NS
Butilfenolo	100%	NS	NS
Butilico, alcole	fino a 100%	S	L
Butirrico, acido	20%	S	L
Butirrico, acido	98%	NS	NS

segue

Reagente o prodotto	Concentrazione	Temperatura	
		20°C	60°C
Calcio cloruro	Sol. sat.	S	S
Calcio nitrato	50%	S	S
Carbonica, anidride (secca)	100%	S	S
Carbonica, anidride (soluzione acquosa)	Sol. sat.	S	L
Carbonica, anidride (umida)		S	S
Carbonio, solfuro	100%	NS	NS
Carbonio, tetracloruro	100%	NS	NS
Cicloesano	100%	NS	NS
Cicloesano	100%	NS	NS
Citrico, acido	Sol. sat.	S	S
Cloridrato (ved. al nome del cloridrato)			
Cloridrico, acido	20%	S	L
Cloridrico, acido	> 30%	S	S
Cloro facua di)	Sol. sat.	L	NS
Cloro (gas) secco	100%	L	NS
Clorosolfonico, acido	100%	L	NS
Cresiliet (metil-benzoici), acidi	Sol. sat.	NS	NS
Cresolo	Sol. sat.	NS	NS
Cromico, acido	1 a 50%	S	L
Crotonica, aldeide	100%	NS	NS
Destrina	Sol. sat.	S	L
Dicloroetano	100%	NS	NS
Diclorometano (ved. Metilene cloruro)			
Diglicolico, acido	18%	S	L
Dimetilammina	30%	S	—
Esadecano	100%	S	S
Etandio (ved. Glicole etilenico)			
Etanolo (ved. Fillico, alcole)			
Etile acetato	100%	NS	NS
Etile acilato	100%	NS	NS
Etile, alcole	95%	S	L
Etile, etere	100%	NS	L
Fenilidrazina	100%	NS	NS
Fenilidrazina cloridrato	97%	NS	NS
Fenolo	90%	NS	NS
Ferro (III) cloruro	Sol. sat.	S	S
Fluoridrico, acido	40%	L	NS
Fluoridrico, acido	60%	L	NS
Fluoridrico, acido (gas)	100%	L	NS
Fluosilico, acido	32%	S	S
Formaldeide	Sol. dil.	S	L
Formaldeide	40%	S	S
Formico, acido	1 a 50%	S	L
Fosfina	100%	S	S
Fosforico orto, acido	30%	S	L
Fosforico orto, acido	> 30%	S	S
Fosforo triclورو	100%	NS	—
Forfurilico, alcole	100%	NS	NS
Glicerina	100%	S	S
Glicole etilenico	Conc. lav.	S	S
Glicolico, acido	30%	S	S
Glucosio	Sol. sat.	S	L
Iidrogeno	100%	S	S
Iidrogeno perossido (ved. Acqua ossigen.)			
Iidrogeno solforato (gas)	100%	S	S

segue

Reagente o prodotto	Concentrazione	Temperatura	
		20°C	60°C
Latte		S	S
Lattico, acido	10%	S	L
Lattico, acido	10 a 90%	L	NS
Lievito	Sol.	S	L
Magnesio cloruro	Sol. sat.	S	S
Magnesio solfato	Sol. sat.	S	S
Malfico, acido	Sol. sat.	S	L
Melassa	Conc. lav.	S	L
Metanolo (ved. Metilico, alcole)			
Metile metacrilato	100%	NS	NS
Metilene cloruro	100%	NS	NS
Metilico, alcole	100%	S	L
Nichel solfato	Sol. sat.	S	S
Nicotinico, acido	Conc. lav.	S	S
Nitrico, acido	fino a 45%	S	L
Nitrico, acido	50 a 98%	NS	NS
Oleico, acido	100%	S	S
Oleum	10% di SO <sub>2</sub>	NS	NS
Oli e grassi		S	S
Ossalico, acido	Sol. dil.	S	L
Ossalico, acido	Sol. sat.	S	S
Ossigeno	100%	S	S
Ozono	100%	NS	NS
Perclorico, acido	10%	S	L
Perclorico, acido	70%	L	NS
Pierico, acido	Sol. sat.	S	S
Piombo acetato	Sol. dil.	S	S
Piombo acetato	Sol. sat.	S	S
Piombo tetraetile	100%	S	—
Piridina	fino a 100%	NS	—
Potassa caustica (ved. Potassio idrossido)			
Potassio bicromato	40%	S	S
Potassio bromuro	Sol. sat.	S	S
Potassio cianuro	Sol.	S	S
Potassio cloruro	Sol. sat.	S	S
Potassio cromato	40%	S	S
Potassio ferricianuro	Sol. sat.	S	S
Potassio ferrocianuro	Sol. sat.	S	S
Potassio idrossido	Sol.	S	S

segue

Reagente o prodotto	Concentrazione	Temperatura	
		20°C	60°C
Potassio nitrato	Sol. sat.	S	S
Potassio permanganato	20%	S	S
Potassio persolfato	Sol. sat.	S	L
Propano gas liquefatto	100%	S	—
Rame (II) cloruro	Sol. sat.	S	S
Rame (II) fluoruro	2%	S	S
Rame (II) solfato	Sol. sat.	S	S
Sapone	Sol.	S	L
Soda caustica (ved. Sodio idrossido)			
Sodio benzoato	35%	S	L
Sodio bisolfito	Sol. sat.	S	S
Sodio clorato	Sol. sat.	S	S
Sodio cloruro	Sol. sat.	S	S
Sodio ferricianuro	Sol. sat.	S	S
Sodio ferrocianuro	Sol. sat.	S	S
Sodio idrossido	Sol.	S	S
Sodio ipoclorito al 13% di cloro	100%	S	L
Sodio solfito	Sol. sat.	S	L
Solfonico, acido	40 a 90%	S	L
Solfonico, acido	96%	L	NS
Solfonosa anidride (liquida)	100%	L	NS
Solfonosa anidride (secca)	100%	S	S
Solfonoso, acido	Sol.	S	S
Stagno (II) cloruro	Sol. sat.	S	S
Sviluppatore fotografico	Conc. lav.	S	S
Tannico, acido	Sol.	S	S
Tartarico, acido	Sol.	S	S
Toluene	100%	NS	NS
Tricloroetilene	100%	NS	NS
Trimetilolpropano	fino al 10%	S	L
Urea	10%	S	L
Urina		S	L
Vinile acetato	100%	NS	NS
Vino		S	S
Xilene	100%	NS	NS
Zinco cloruro	Sol. sat.	S	S
Zucchero	Sol. sat.	S	S

**Fluidi di cui è ritenuto possibile il trasporto, senza pressione,  
fino a 60°C per mezzo di tubi di PVC (non plastificato)  
che non subiscano sollecitazioni meccaniche**

Reagente o prodotto	Concentrazione
Aceto	
Acqua ossigenata	30%
Alluminio cloruro	Sol. sat.
Alluminio solfato	Sol. sat.
Alluminio e potassio solfato	Sol. sat.
Ammoniaca (gas)	100%
Ammonio cloruro	Sol. sat.
Ammonio nitrato	Sol. sat.
Ammonio solfato	Sol. sat.
Antimonio (III) cloruro	90%
Benzina (idrocarburi alifatici)	
Birra	
Butadiene	100%
Calcio cloruro	Sol. sat.
Calcio nitrato	50%
Carbonica anidride (secca)	100%
Carbonica anidride (umida)	
Candrico, acido	> 30%
Cattico, acido	Sol. sat.
Esadecanolo	100%
Ferro (III) cloruro	Sol. sat.
Fosforico, acido	32%
Formaldeide	40%
Fosfina	100%
Fosfonico orto, acido	> 30%
Glicerina	100%
Glicole etilenico	Conc. lav.
Glicolico, acido	30%
Iodogeno	100%
Iodogeno solforato (gas)	100%
Latte	
Magnesio cloruro	Sol. sat.
Magnesio solfato	Sol. sat.
Nichel solfato	Sol. sat.
Nicotinico, acido	Conc. lav.

segue

Reagente o prodotto	Concentrazione
Oleico, acido	100%
Oh e grassi	
Ossalico acido	Sol. sat.
Ossigeno	100%
Ozono	100%
Picrico, acido	Sol. sat.
Piombo acetato	Sol. dil.
Piombo acetato	Sol. sat.
Potassa caustica (ved. Potassio idrossido)	
Potassio bicromato	40%
Potassio bromuro	Sol. sat.
Potassio cianuro	Sol.
Potassio cloruro	Sol. sat.
Potassio cromato	40%
Potassio ferricianuro	Sol. sat.
Potassio ferrocianuro	Sol. sat.
Potassio idrossido	Sol.
Potassio nitrato	Sol. sat.
Potassio permanganato	20%
Rame (II) cloruro	Sol. sat.
Rame (II) fluoruro	2%
Rame (II) solfato	Sol. sat.
Soda caustica (ved. Sodio idrossido)	
Sodio bisolfito	Sol. sat.
Sodio clorato	Sol. sat.
Sodio cloruro	Sol. sat.
Sodio ferricianuro	Sol. sat.
Sodio ferrocianuro	Sol. sat.
Sodio idrossido	Sol.
Solfonosa anidride (secca)	100%
Solfonoso, acido	Sol.
Stagno (II) cloruro	Sol. sat.
Sviluppatore fotografico	Conc. lav.
Tannico, acido	Sol.
Tartarico, acido	Sol.
Vino	
Zinco cloruro	Sol. sat.
Zucchero	Sol. sat.

**TABELLA 14**

**Fluidi di cui è ritenuto possibile il trasporto, senza pressione, fino a 20°C per mezzo di tubi di PVC rigido (non plastificato), che non subiscano sollecitazioni meccaniche**

Reagente o prodotto	Concentrazione
Acetico, acido	25%
Acetico, acido	60%
Acetico monoclورو, acido	Sol.
Acqua di mare	
Adipico, acido	Sol. sat.
Amilico, alcole	100%
Ammoniac (soluzione)	Sol. dil.
Ammonio fluoruro	20%
Antrachinonsofonico, acido	Sol.
Argento nitrato	Sol. sat.
Arsenico, acido	Sol. dil.
Arsenico, acido	Sol. sat.
Borace	Sol. sat.
Borico, acido	Sol. dil.
Bromico, acido	10%
Bromidrico, acido	10%
Bromidrico, acido	50%
Butano	100%
Butilico, alcole	fino a 100%
Butilico, acido	20%
Carbonica, anidride (soluzione acquosa)	Sol. sat.
Cloridrico, acido	20%
Cromico, acido	1 a 50%
Destrina	Sol. sat.
Diglicolico, acido	18%
Dimetilammina	30%
Etilico, alcole	95%
Formaldeide	Sol. dil.
Formico, acido	1 a 50%
Fosfonico orto, acido	30%
Glucosio	Sol. sat.
Lattico, acido	10%
Lievito	Sol.
Maleico, acido	Sol. sat.
Melassa	Conc. lav.
Metilico, alcole	100%
Nitrico, acido	fino a 45%
Ossalico, acido	Sol. dil.
Perclorico, acido	10%
Piombo tetraetile	100%
Potassio persolfato	Sol. sat.
Propano (liquefatto)	100%
Sapone	Sol.
Sodio benzoato	35%
Sodio ipoclorito al 13% di cloro	100%
Sodio solfito	Sol. sat.
Solfonico, acido	40 a 90%
Trimetilpropano	fino al 10%
Urea	10%
Urina	

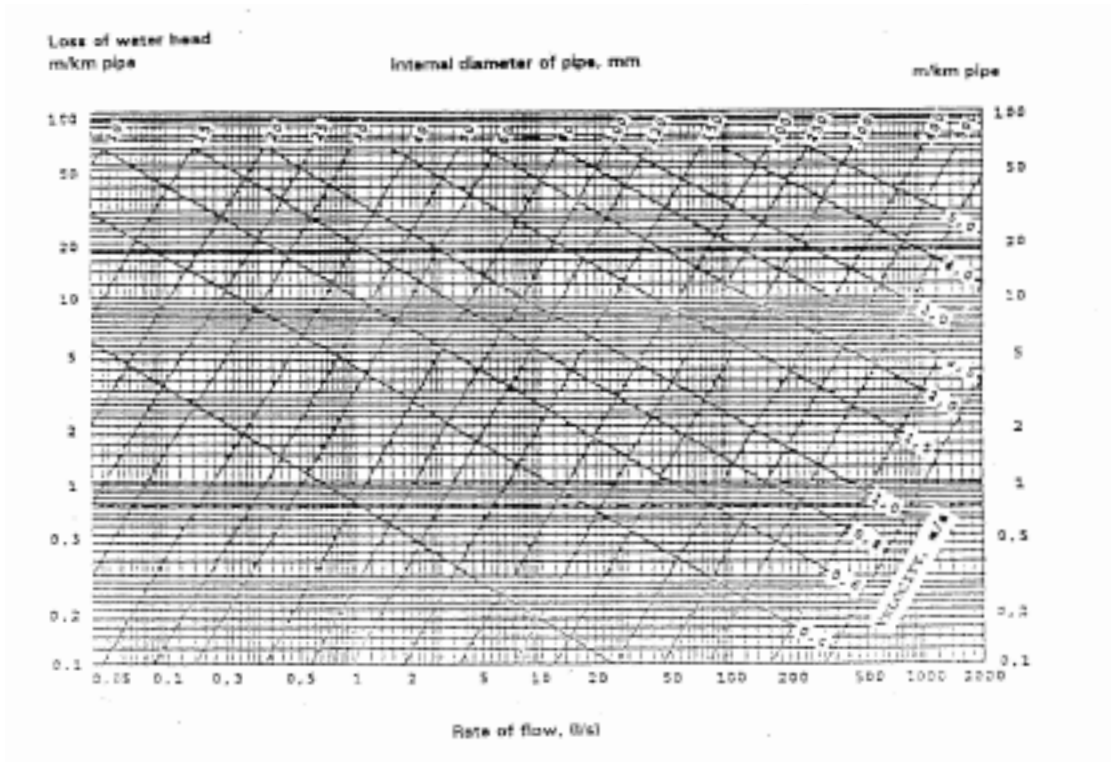
**TABELLA 15**

**Fluidi di cui non è ritenuto possibile il trasporto, per mezzo di tubi di PVC rigido (non plastificato)**

Reagente o prodotto	Concentrazione
Acetica, aldeide	40%
Acetica, aldeide	100%
Acetica, anidride	100%
Acetico, acido	giaciale
Acetone	100%
Allilico, alcole	90%
Amile acetato	100%
Ammoniac, liquefatto	100%
Anilina	100%
Anilina	Sol. sat.
Anilina cloridrata	Sol. sat.
Benzaldeide	0,1%
Benzene	100%
Benzina (idrocarburi alifatici/benzene)	80/20
Benzoico, acido	Sol. sat.
Bromo	100%
Butile acetato	100%
Butilfenolo	100%
Butirrico, acido	98%
Carbonio solfuro	100%
Carbonio tetracloruro	100%
Cicloesanolio	100%
Cicloesanone	100%
Cloro (acqua di)	Sol. sat.
Cloro (gas) secco	100%
Clorsolfonico, acido	100%
Cresilici (metil-benzoici), acidi	Sol. sat.
Cresoli	Sol. sat.
Crotonica, aldeide	100%
Dicloroetano	100%
Etile acetato	100%
Etile acrilato	100%
Etilico etere	100%
Fenidrazina	100%
Fenidrazina cloridrata	97%
Fenolo	90%
Fluoridrico, acido	40%
Fluoridrico, acido	60%
Fluoridrico, acido (gas)	100%
Fosforo tricloruro	100%
Furfurico, alcole	100%
Lattico, acido	10 a 90%
Metacrilato di metile	100%
Metilene cloruro	100%
Nitrico, acido	50 a 98%
Oleum	10% di SO <sub>3</sub>
Perclorico, acido	70%
Pindina	fino a 100%
Solfonico, acido	96%
Solfonosa anidride (liquida)	100%
Toluene	100%
Triclorotilene	100%
Vinile acetato	100%
Xilene	100%

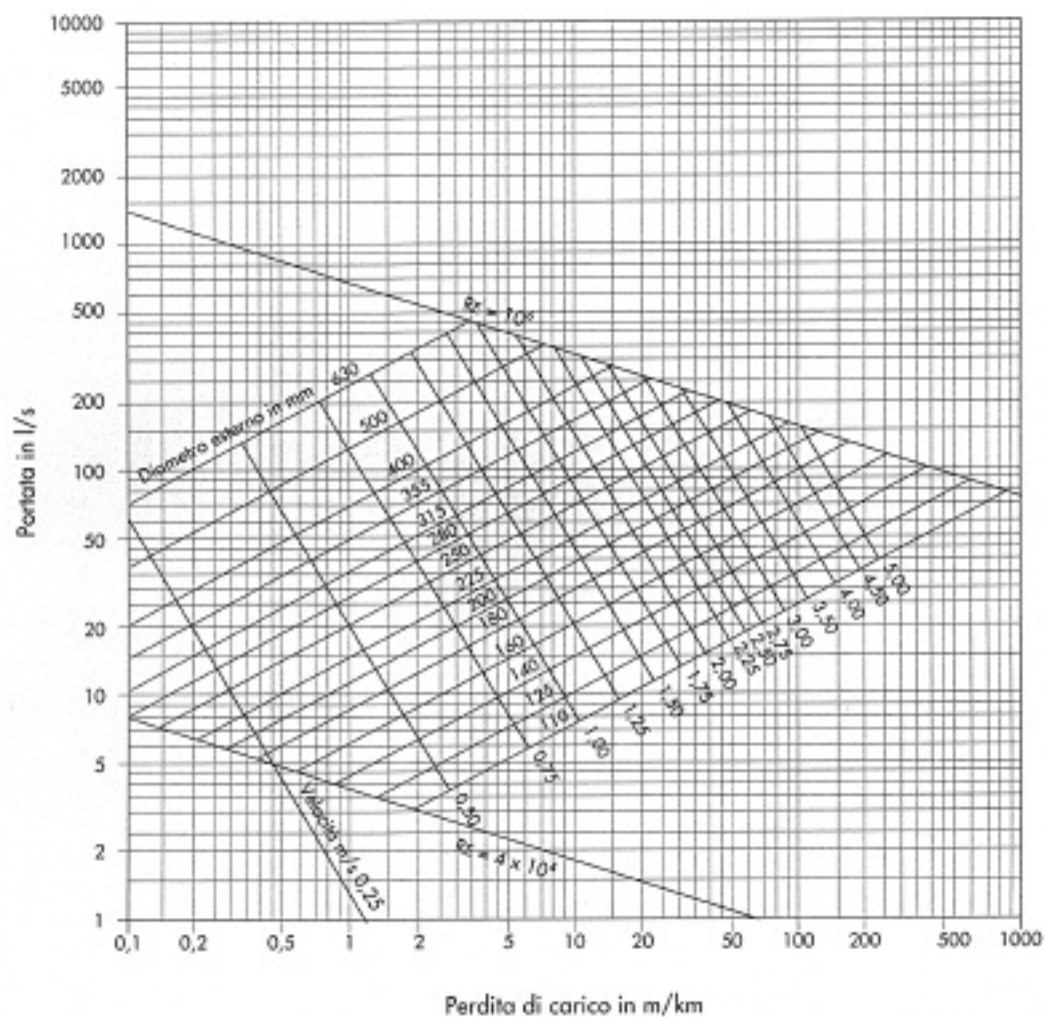
## APPENDICE 7

### Rbachi e tabelle di dimensionamento acquedotti / tubi in pressione



# Tubazioni in PVC-U MR525 PN 10 UNI-EN 1452-2

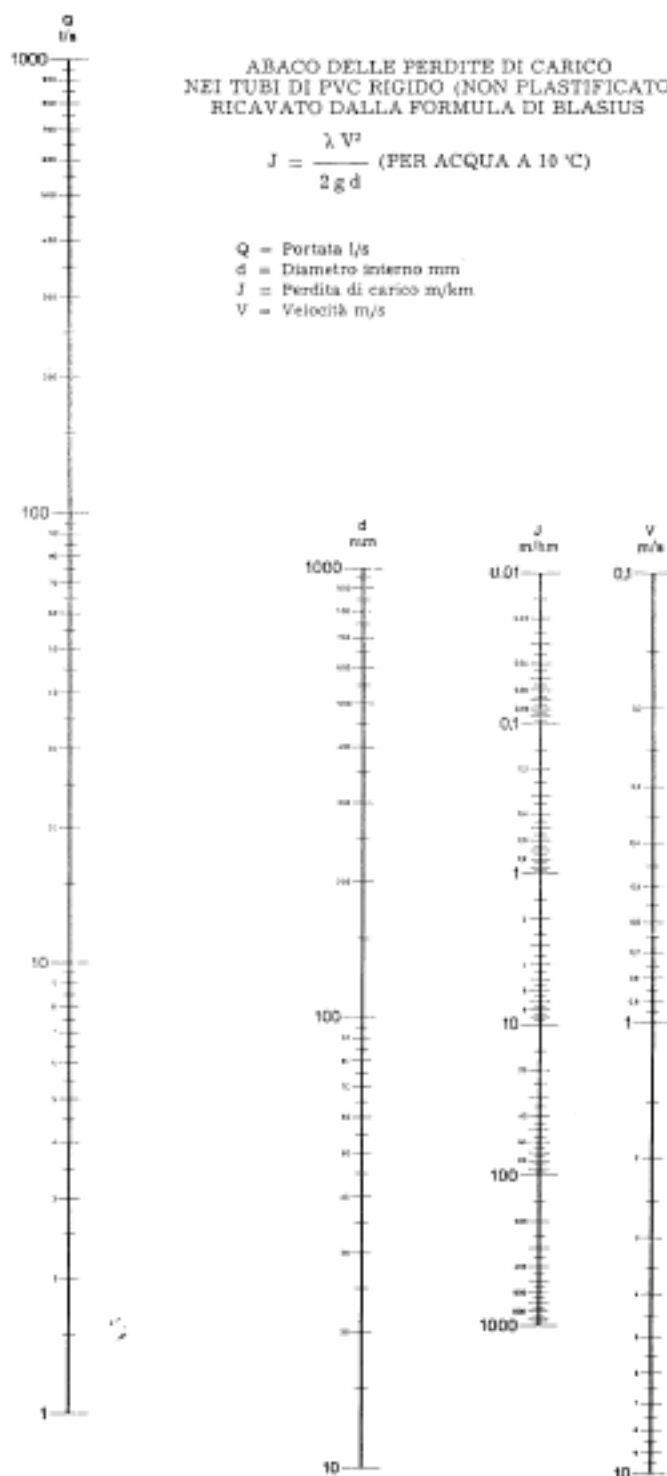
## Abaco delle perdite di carico per acqua a 10°C



ABACO DELLE PERDITE DI CARICO  
NEI TUBI DI PVC RIGIDO (NON PLASTIFICATO)  
RICAVATO DALLA FORMULA DI BLASIUS

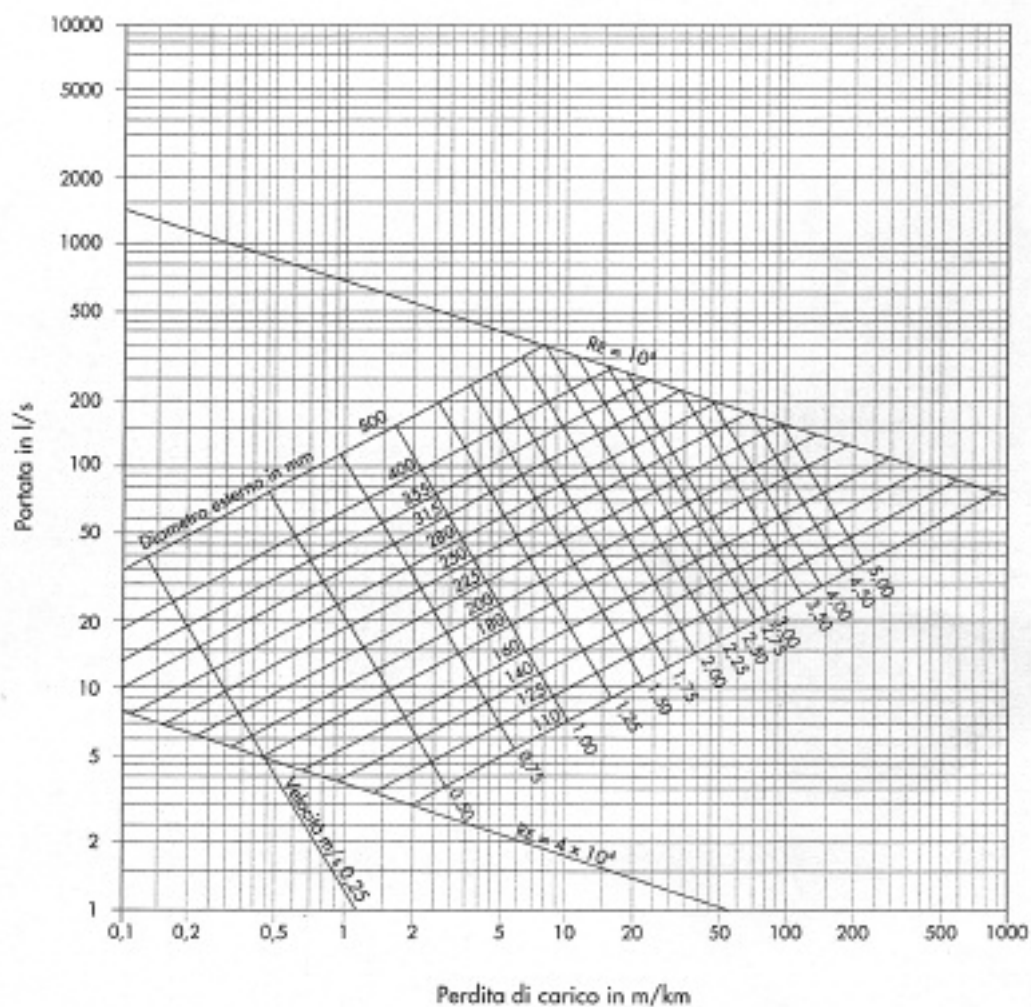
$$J = \frac{\lambda V^2}{2 g d} \quad (\text{PER ACQUA A } 10^\circ \text{C})$$

Q = Portata l/s  
d = Diametro interno mm  
J = Perdita di carico m/km  
V = Velocità m/s



# Tubazioni in PVC-U MR525 PN 16 UNI-EN 1452-2

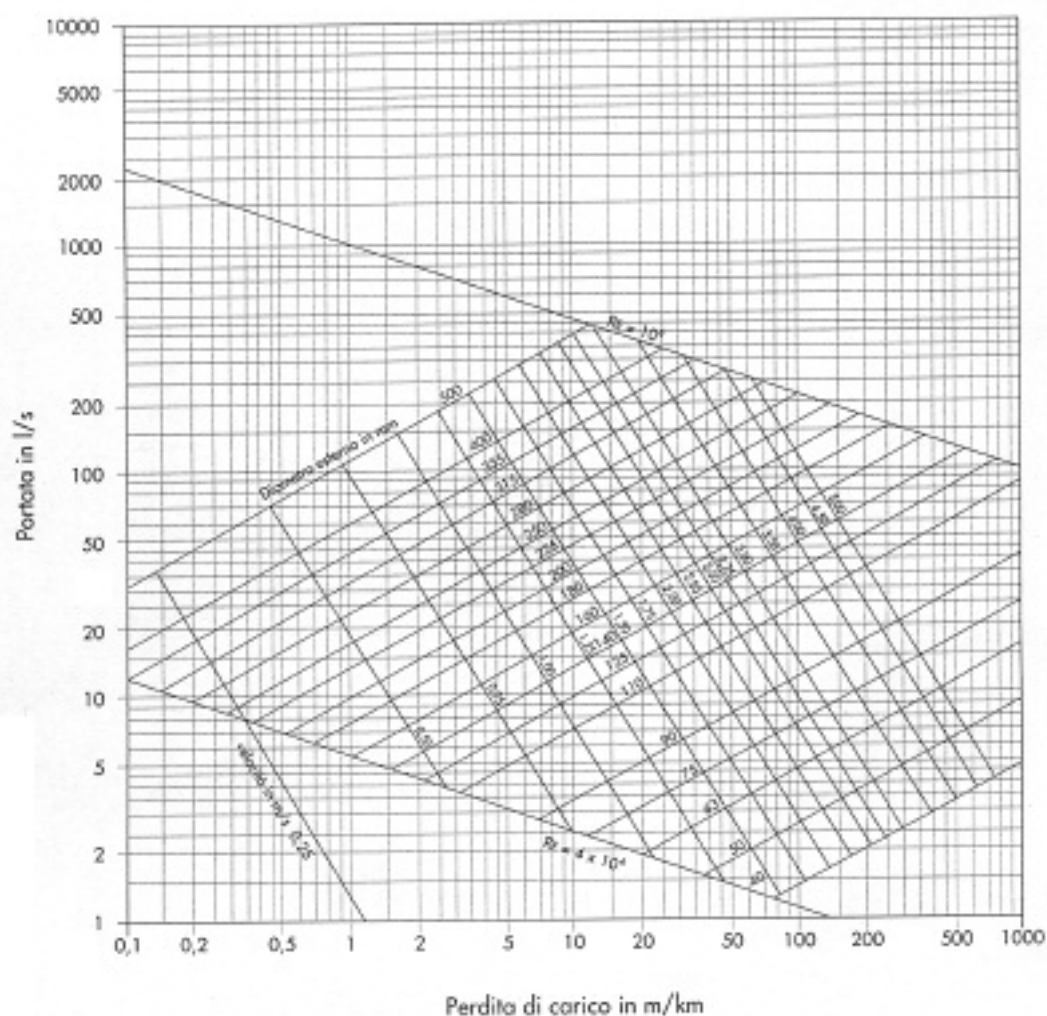
## Abaco delle perdite di carico per acqua a 10°C





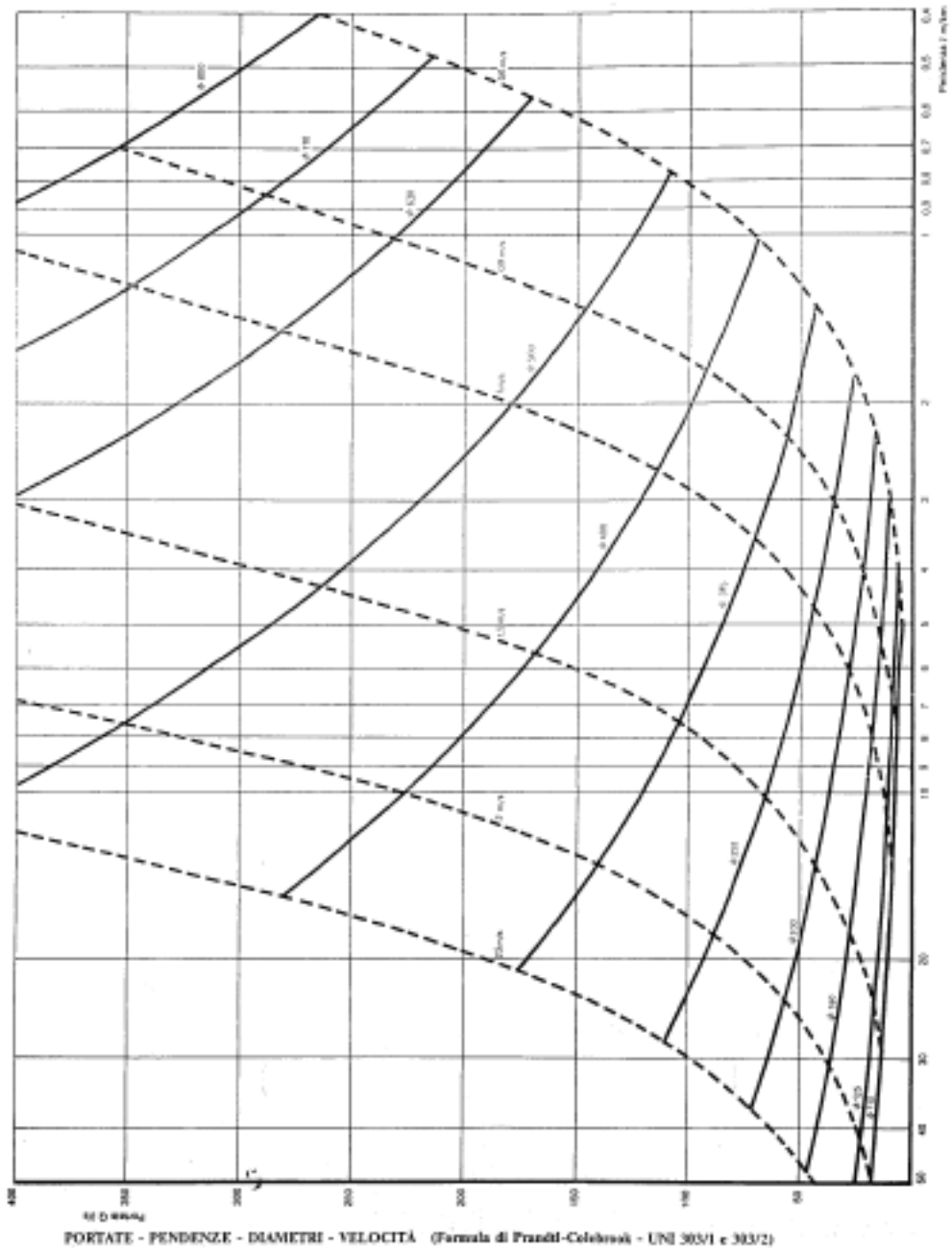
# Tubazioni in PVC-U MR525 PN 20 UNI-EN 1452-2

## Abaco delle perdite di carico per acqua a 10°C



# APPENDICE 8

## Abachi e tabelle di dimensionamento fognature / condotte a pelo libero



# Le condotte in PVC

DN	160	200	250	315	400	500	630	710	800	900	1000	1200
Di	150,0	187,6	234,4	295,4	375,0	469,0	591,2	660,0	751,1	844,0	944,0	1135,0
J %	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,4	3,6	0,20	6,5	0,24	11,9	0,28	22,0	0,32	41,5	0,38	75,1	0,43
0,6	4,5	0,25	8,1	0,29	14,8	0,34	27,3	0,40	51,4	0,47	93,0	0,54
0,8	5,2	0,30	9,5	0,34	17,2	0,40	31,8	0,46	59,8	0,54	108,1	0,63
1,0	5,9	0,33	10,7	0,39	19,3	0,45	35,7	0,52	67,2	0,61	121,4	0,70
2,0	8,5	0,48	15,4	0,56	27,8	0,64	51,3	0,75	96,4	0,87	173,8	1,01
3,0	10,5	0,59	19,0	0,69	34,4	0,80	63,3	0,92	118,8	1,08	214,1	1,24
4,0	12,2	0,69	22,1	0,80	39,9	0,92	73,4	1,07	137,7	1,25	248,1	1,44
5,0	13,7	0,78	24,8	0,90	44,7	1,04	82,4	1,20	154,4	1,40	278,0	1,61
6,0	15,1	0,85	27,3	0,99	49,1	1,14	90,5	1,32	169,5	1,53	305,2	1,77
7,0	16,3	0,92	29,5	1,07	53,2	1,23	97,9	1,43	183,4	1,66	330,1	1,91
8,0	17,5	0,99	31,6	1,14	57,0	1,32	104,8	1,53	195,4	1,78	353,3	2,05
9,0	18,6	1,05	33,6	1,22	60,5	1,40	111,3	1,62	208,5	1,89	375,1	2,17
10,0	19,6	1,11	35,5	1,28	63,9	1,48	117,5	1,71	220,0	1,99	395,7	2,29
11,0	20,6	1,17	37,2	1,35	67,1	1,55	123,3	1,80	230,9	2,09	415,4	2,40
12,0	21,6	1,22	38,9	1,41	70,1	1,62	128,9	1,88	241,4	2,19	434,1	2,51
13,0	22,5	1,27	40,6	1,47	73,0	1,69	134,3	1,96	251,4	2,28	452,1	2,62
14,0	23,3	1,32	42,1	1,52	75,8	1,76	139,4	2,03	261,0	2,36	469,4	2,72
15,0	24,2	1,37	43,7	1,58	78,6	1,82	144,4	2,11	270,3	2,45	486,1	2,81
16,0	25,0	1,41	45,1	1,63	81,2	1,88	149,2	2,18	279,3	2,53	502,3	2,91
17,0	25,8	1,46	46,5	1,68	83,7	1,94	153,9	2,25	288,1	2,61	517,9	3,00
18,0	26,5	1,50	47,9	1,73	86,2	2,00	158,4	2,31	296,5	2,68	533,1	3,09
19,0	27,3	1,54	49,3	1,78	88,6	2,05	162,9	2,38	304,8	2,76	547,9	3,17
20,0	28,0	1,58	50,6	1,83	91,0	2,11	167,2	2,44	312,8	2,83	562,3	3,26
21,0	28,7	1,62	51,8	1,88	93,2	2,16	171,3	2,50	320,6	2,90	576,4	3,34
22,0	29,4	1,66	53,1	1,92	95,5	2,21	175,4	2,56	328,3	2,97	590,1	3,42
23,0	30,1	1,70	54,3	1,96	97,6	2,26	179,4	2,62	335,7	3,04	603,5	3,49
24,0	30,7	1,74	55,5	2,01	99,8	2,31	183,4	2,68	343,1	3,11	616,6	3,57
25,0	31,4	1,78	56,6	2,05	101,9	2,36	187,2	2,73	350,2	3,17	629,5	3,64
26,0	32,0	1,81	57,8	2,09	103,9	2,41	190,9	2,79	357,2	3,23	642,1	3,72
27,0	32,6	1,85	58,9	2,13	105,9	2,45	194,6	2,84	364,1	3,30	654,5	3,79
28,0	33,3	1,88	60,0	2,17	107,9	2,50	198,2	2,89	370,9	3,36	666,6	3,86
29,0	33,9	1,92	61,1	2,21	109,8	2,55	201,8	2,94	377,5	3,42	678,5	3,93
30,0	34,4	1,95	62,2	2,25	111,8	2,59	205,3	3,00	384,0	3,48	690,2	4,00
32,0	35,6	2,01	64,2	2,32	115,5	2,68	212,1	3,10	396,8	3,59	713,1	4,13
34,0	36,7	2,08	66,2	2,40	119,1	2,76	218,7	3,19	409,1	3,70	735,2	4,26
36,0	37,8	2,14	68,2	2,47	122,6	2,84	225,1	3,29	421,1	3,81	756,7	4,38
38,0	38,8	2,20	70,1	2,54	126,0	2,92	231,4	3,38	432,8	3,92	777,7	4,50
40,0	39,9	2,26	71,9	2,60	129,3	3,00	237,5	3,46	444,1	4,02	798,0	4,62
44,0	41,9	2,37	75,5	2,73	135,7	3,14	249,2	3,64	466,0	4,22	837,3	4,85
48,0	43,7	2,48	78,9	2,85	141,8	3,29	260,4	3,80	486,9	4,41	874,8	5,06
52,0	45,6	2,58	82,2	2,97	147,6	3,42	271,1	3,96	507,0	4,59	910,9	5,27
56,0	47,3	2,68	85,3	3,09	153,3	3,55	281,5	4,11	526,3	4,77	945,5	5,47
60,0	49,0	2,77	88,3	3,20	158,7	3,68	291,4	4,25	544,9	4,93	978,9	5,67
70,0	53,0	3,00	95,5	3,45	171,6	3,98	315,0	4,60	588,9	5,33	1057,9	6,12
80,0	56,7	3,21	102,2	3,70	183,5	4,25	336,9	4,92	629,9	5,70	1131,4	6,55
90,0	60,1	3,40	108,4	3,92	194,8	4,51	357,5	5,22	668,4	6,05	1200,5	6,95
100,0	63,4	3,59	114,3	4,14	205,4	4,76	377,0	5,50	704,8	6,38	1265,8	7,33
120,0	69,6	3,94	125,4	4,54	225,2	5,22	413,3	6,03	772,4	6,99	1387,3	8,03
140,0	75,2	4,25	135,5	4,90	243,3	5,64	446,6	6,52	824,7	7,56	1499,0	8,68
160,0	80,4	4,55	144,9	5,24	260,3	6,03	477,6	6,97	892,6	8,08	1603,0	9,28

Tabella delle velocità medie ( $V = m/s$ ), delle portate ( $Q = l/s$ ) in funzione della pendenza  $J$  (m/km) dell'acqua per tubi di PVC-U AlveHol con parete strutturata SN8 secondo prEN 13476 (Formula di Prandtl-Colebrook).

La parte strutturale è di tipo alveolare



# APPENDICI

DN	160	200	250	315	400	500	630	710	800	900	1000	1200
Di	150,9	189,0	236,6	298,1	378,3	473,8	594,7	668,0	755,0	852,0	945,0	1139,0
J %	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,4	3,6	0,20	6,7	0,24	12,2	0,28	22,6	0,32	42,5	0,38	77,2	0,44
0,6	4,5	0,25	8,3	0,30	15,1	0,34	28,0	0,40	52,6	0,47	95,5	0,54
0,8	5,3	0,30	9,7	0,35	17,6	0,40	32,6	0,47	61,2	0,54	111,0	0,63
1,0	6,0	0,33	10,9	0,39	19,8	0,45	36,6	0,52	68,8	0,61	124,7	0,71
2,0	8,6	0,48	15,7	0,56	28,5	0,65	52,6	0,75	98,6	0,88	178,5	1,01
3,0	10,7	0,60	19,4	0,69	35,2	0,80	64,9	0,93	121,6	1,06	219,9	1,25
4,0	12,4	0,69	22,5	0,80	40,9	0,93	75,2	1,08	141,0	1,25	254,8	1,45
5,0	13,9	0,78	25,3	0,90	45,9	1,04	84,4	1,21	158,0	1,41	285,6	1,62
6,0	15,3	0,86	27,8	0,99	50,4	1,15	92,7	1,33	173,5	1,54	313,4	1,78
7,0	16,6	0,93	30,1	1,07	54,5	1,24	100,3	1,44	187,7	1,67	339,0	1,92
8,0	17,8	0,99	32,3	1,15	58,4	1,33	107,4	1,54	200,9	1,79	362,9	2,06
9,0	18,9	1,06	34,3	1,22	62,0	1,41	114,0	1,63	213,4	1,90	385,3	2,19
10,0	19,9	1,11	36,2	1,29	65,5	1,49	120,3	1,72	225,1	2,00	406,5	2,31
11,0	20,9	1,17	38,0	1,35	68,7	1,56	126,3	1,81	236,3	2,10	426,6	2,42
12,0	21,9	1,22	39,7	1,42	71,9	1,63	132,0	1,89	247,0	2,20	445,9	2,53
13,0	22,8	1,28	41,4	1,47	74,8	1,70	137,5	1,97	257,2	2,29	464,3	2,63
14,0	23,7	1,33	43,0	1,53	77,7	1,77	142,8	2,05	267,1	2,38	482,1	2,73
15,0	24,6	1,37	44,5	1,59	80,5	1,83	147,9	2,12	276,6	2,46	499,3	2,83
16,0	25,4	1,42	46,0	1,64	83,2	1,89	152,9	2,19	285,8	2,54	515,9	2,93
17,0	26,2	1,46	47,5	1,69	85,8	1,95	157,6	2,26	294,8	2,62	531,9	3,02
18,0	27,0	1,51	48,9	1,74	88,4	2,01	162,3	2,33	303,4	2,70	547,6	3,11
19,0	27,7	1,55	50,2	1,79	90,8	2,07	166,8	2,39	311,9	2,77	562,8	3,19
20,0	28,5	1,59	51,6	1,84	93,2	2,12	171,2	2,45	320,1	2,85	577,5	3,28
21,0	29,2	1,63	52,9	1,88	95,6	2,17	175,5	2,51	328,1	2,92	592,0	3,36
22,0	29,9	1,67	54,1	1,93	97,8	2,23	179,7	2,57	335,9	2,99	606,1	3,44
23,0	30,6	1,71	55,4	1,97	100,1	2,28	183,8	2,63	343,6	3,06	619,8	3,52
24,0	31,2	1,75	56,6	2,02	102,3	2,33	187,8	2,69	351,0	3,12	633,3	3,59
25,0	31,9	1,78	57,8	2,06	104,4	2,37	191,7	2,75	358,4	3,19	646,5	3,67
26,0	32,5	1,82	58,9	2,10	106,5	2,42	195,6	2,80	365,5	3,25	659,4	3,74
27,0	33,2	1,85	60,1	2,14	108,6	2,47	199,3	2,86	372,6	3,31	672,1	3,81
28,0	33,8	1,89	61,2	2,18	110,6	2,52	203,0	2,91	379,5	3,38	684,6	3,88
29,0	34,4	1,92	62,3	2,22	112,6	2,56	206,7	2,96	386,3	3,44	696,8	3,95
30,0	35,0	1,96	63,4	2,26	114,5	2,60	210,3	3,01	393,0	3,50	708,9	4,02
32,0	36,2	2,02	65,5	2,33	118,3	2,69	217,2	3,11	406,0	3,61	732,3	4,15
34,0	37,3	2,09	67,5	2,41	122,0	2,78	224,0	3,21	418,6	3,72	755,1	4,28
36,0	38,4	2,15	69,5	2,48	125,6	2,86	230,6	3,30	430,9	3,83	777,2	4,41
38,0	39,5	2,21	71,5	2,55	129,1	2,94	237,0	3,40	442,8	3,94	798,7	4,53
40,0	40,5	2,26	73,4	2,61	132,5	3,01	243,2	3,48	454,4	4,04	819,6	4,65
44,0	42,5	2,38	77,0	2,74	139,1	3,16	255,2	3,66	476,8	4,24	859,9	4,88
48,0	44,4	2,48	80,5	2,87	145,3	3,31	266,7	3,82	498,2	4,43	898,5	5,10
52,0	46,3	2,59	83,8	2,99	151,3	3,44	277,7	3,98	518,8	4,62	935,5	5,31
56,0	48,1	2,69	87,0	3,10	157,1	3,57	288,3	4,13	538,5	4,79	971,0	5,51
60,0	49,8	2,78	90,1	3,21	162,7	3,70	298,5	4,28	557,6	4,96	1005,4	5,70
70,0	53,8	3,01	97,4	3,47	175,8	4,00	322,6	4,62	602,6	5,36	1086,5	6,16
80,0	57,6	3,22	104,2	3,71	188,1	4,28	345,1	4,94	644,5	5,73	1162,0	6,59
90,0	61,1	3,42	110,6	3,94	199,6	4,54	366,2	5,25	683,9	6,08	1232,9	6,99
100,0	64,4	3,60	116,6	4,16	210,5	4,79	386,1	5,53	721,1	6,42	1300,0	7,37
120,0	70,7	3,95	127,8	4,56	230,8	5,25	423,2	6,06	790,4	7,03	1424,7	8,08
140,0	76,4	4,27	138,2	4,92	249,4	5,67	457,4	6,55	854,1	7,60	1539,5	8,73
160,0	81,7	4,57	147,8	5,27	266,7	6,07	489,2	7,01	913,3	8,13	1646,2	9,34

Tabella delle velocità medie ( $V = m/s$ ), delle portate ( $Q = l/s$ ) in funzione della pendenza  $J$  (m/km) dell'acqua per tubi di PVC-U AlveHol con parete strutturata SN4 secondo prEN 13476 (Formula di Prandtl-Colebrook).

La parte strutturale è di tipo alveolare

DN	500		630		710		800		900		1000		1200	
Di	475,1		596,2		674,0		758,0		858,0		948,0		1143,0	
J ‰	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,4	77,8	0,44	141,7	0,51	195,9	0,55	267,0	0,59	370,1	0,64	481,1	0,68	786,6	0,77
0,6	96,2	0,54	175,2	0,63	242,1	0,68	329,8	0,73	456,8	0,79	593,7	0,84	970,0	0,95
0,8	111,8	0,63	203,5	0,73	281,1	0,79	382,8	0,85	530,1	0,92	688,8	0,98	1124,9	1,10
1,0	125,6	0,71	228,5	0,82	315,5	0,88	429,6	0,95	594,8	1,03	772,7	1,09	1261,5	1,23
2,0	179,8	1,01	326,6	1,17	450,7	1,26	613,4	1,36	848,8	1,47	1102,2	1,56	1798,1	1,75
3,0	221,5	1,25	402,1	1,44	554,7	1,55	754,7	1,67	1044,0	1,81	1355,4	1,92	2210,3	2,15
4,0	256,6	1,45	465,8	1,67	642,4	1,80	873,9	1,94	1208,7	2,09	1569,0	2,22	2558,0	2,49
5,0	287,6	1,62	521,9	1,87	719,7	2,02	978,9	2,17	1353,8	2,34	1757,2	2,49	2864,3	2,79
6,0	315,7	1,78	572,7	2,05	789,7	2,21	1073,9	2,38	1485,0	2,57	1927,4	2,73	3141,4	3,06
7,0	341,5	1,93	619,3	2,22	854,0	2,39	1161,3	2,57	1605,7	2,78	2083,9	2,95	3396,1	3,31
8,0	365,5	2,06	662,8	2,37	913,8	2,56	1242,6	2,75	1718,1	2,97	2229,6	3,16	3633,3	3,54
9,0	388,1	2,19	703,6	2,52	970,1	2,72	1319,0	2,92	1823,6	3,15	2366,5	3,35	3856,1	3,76
10,0	409,4	2,31	742,3	2,66	1023,3	2,87	1391,3	3,08	1923,4	3,33	2495,9	3,54	4066,8	3,96
11,0	429,7	2,42	779,0	2,79	1073,9	3,01	1460,0	3,24	2018,4	3,49	2619,0	3,71	4267,2	4,16
12,0	449,1	2,53	814,1	2,92	1122,2	3,15	1525,7	3,38	2109,1	3,65	2736,7	3,88	4458,7	4,35
13,0	467,7	2,64	847,8	3,04	1168,6	3,28	1588,7	3,52	2196,1	3,80	2849,6	4,04	4642,4	4,52
14,0	485,6	2,74	880,2	3,15	1213,2	3,40	1649,3	3,65	2279,9	3,94	2958,2	4,19	4819,2	4,70
15,0	502,9	2,84	911,4	3,26	1256,3	3,52	1707,8	3,78	2360,7	4,08	3063,0	4,34	4989,7	4,86
16,0	519,6	2,93	941,7	3,37	1297,9	3,64	1764,4	3,91	2438,8	4,22	3164,3	4,48	5154,7	5,02
17,0	535,8	3,02	971,0	3,48	1338,3	3,75	1819,2	4,03	2514,6	4,35	3262,5	4,62	5314,6	5,18
18,0	551,5	3,11	999,4	3,58	1377,5	3,86	1872,5	4,15	2588,1	4,48	3357,9	4,76	5469,8	5,33
19,0	566,8	3,20	1027,1	3,68	1415,6	3,97	1924,2	4,26	2659,7	4,60	3450,7	4,89	5620,8	5,48
20,0	581,7	3,28	1054,1	3,78	1452,7	4,07	1974,7	4,38	2729,3	4,72	3541,1	5,02	5767,9	5,62
21,0	596,2	3,36	1080,4	3,87	1488,9	4,17	2023,9	4,48	2797,3	4,84	3629,2	5,14	5911,3	5,76
22,0	610,4	3,44	1106,0	3,96	1524,3	4,27	2071,9	4,59	2863,7	4,95	3715,2	5,26	6051,4	5,90
23,0	624,3	3,52	1131,1	4,05	1558,9	4,37	2118,9	4,70	2928,5	5,07	3799,4	5,38	6188,3	6,03
24,0	637,9	3,60	1155,7	4,14	1592,7	4,46	2164,8	4,80	2992,0	5,17	3881,7	5,50	6322,3	6,16
25,0	651,2	3,67	1179,8	4,23	1625,8	4,56	2209,9	4,90	3054,2	5,28	3962,3	5,61	6453,5	6,29
26,0	664,2	3,75	1203,3	4,31	1658,3	4,65	2254,0	4,99	3115,1	5,39	4041,3	5,73	6582,1	6,41
27,0	677,0	3,82	1226,5	4,39	1690,2	4,74	2297,2	5,09	3174,9	5,49	4118,8	5,84	6708,3	6,54
28,0	689,5	3,89	1249,2	4,47	1721,4	4,82	2339,7	5,18	3233,6	5,59	4194,9	5,94	6832,1	6,66
29,0	701,9	3,96	1271,5	4,55	1752,2	4,91	2381,5	5,28	3291,2	5,69	4269,7	6,05	6953,8	6,78
30,0	714,0	4,03	1293,4	4,63	1782,4	5,00	2422,5	5,37	3347,9	5,79	4343,2	6,15	7073,3	6,89
32,0	737,6	4,16	1336,2	4,79	1841,3	5,16	2502,5	5,55	3458,4	5,98	4486,5	6,36	7306,7	7,12
34,0	760,5	4,29	1377,6	4,93	1898,4	5,32	2580,1	5,72	3565,6	6,17	4625,5	6,55	7532,8	7,34
36,0	782,8	4,42	1417,9	5,08	1953,8	5,48	2655,4	5,88	3669,6	6,35	4760,4	6,74	7752,4	7,56
38,0	804,4	4,54	1457,1	5,22	2007,7	5,63	2728,6	6,05	3770,8	6,52	4891,6	6,93	7966,0	7,78
40,0	825,5	4,66	1495,2	5,36	2060,3	5,77	2800,0	6,20	3869,3	6,69	5019,4	7,11	8174,0	7,97
44,0	866,1	4,89	1568,7	5,62	2161,5	6,06	2937,5	6,51	4059,3	7,02	5265,8	7,46	8575,0	8,36
48,0	904,9	5,10	1639,0	5,87	2258,3	6,33	3069,0	6,80	4240,9	7,33	5501,2	7,79	8958,1	8,73
52,0	942,2	5,31	1706,3	6,11	2351,1	6,59	3195,0	7,08	4415,0	7,64	5727,0	8,11	9325,6	9,09
56,0	978,0	5,52	1771,2	6,34	2440,4	6,84	3316,3	7,35	4582,5	7,93	5944,3	8,42	9679,2	9,43
60,0	1012,6	5,71	1833,7	6,57	2526,5	7,08	3433,3	7,61	4744,2	8,21	6153,9	8,72	10020,4	9,77
70,0	1094,3	6,17	1981,6	7,10	2730,1	7,65	3709,9	8,22	5126,2	8,87	6649,3	9,42	10826,6	10,55
80,0	1170,3	6,60	2119,1	7,59	2916,6	8,18	3967,3	8,79	5481,7	9,48	7110,3	10,07	11577,0	11,28
90,0	1241,8	7,00	2248,4	8,05	3097,6	8,68	4209,1	9,33	5815,7	10,06	7543,4	10,69	12281,8	11,97
100,0	1309,3	7,39	2370,6	8,49	3265,9	9,15	4437,8	9,83	6131,6	10,60	7953,0	11,27	12948,4	12,62
120,0	1435,0	8,09	2598,0	9,31	3579,0	10,03	4863,1	10,78	6719,0	11,62	8714,8	12,35	14188,3	13,83
140,0	1550,5	8,75	2807,0	10,05	3866,9	10,84	5254,2	11,64	7259,3	12,56	9415,4	13,34	15328,5	14,94
160,0	1658,1	9,35	3001,6	10,75	4134,9	11,59	5618,3	12,45	7762,1	13,43	10067,5	14,26	16389,8	15,97

Tabella delle velocità medie ( $V = m/s$ ), delle portate ( $Q = l/s$ ) in funzione della pendenza  $J$  (m/km) dell'acqua per tubi di PVC-U AlveHol con parete strutturata SN2 secondo prEN 13476 (Formula di Prandtl-Colebrook).

La parte strutturale è di tipo alveolare

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,001	0,023	0,17
0,002	0,032	0,21
0,003	0,038	0,24
0,004	0,044	0,26
0,005	0,049	0,28
0,006	0,053	0,29
0,007	0,057	0,30
0,008	0,061	0,32
0,009	0,065	0,33
0,010	0,068	0,34
0,011	0,071	0,35
0,012	0,074	0,36
0,013	0,077	0,37
0,014	0,080	0,38
0,015	0,083	0,38
0,016	0,086	0,39
0,017	0,088	0,39
0,018	0,091	0,40
0,019	0,093	0,41
0,020	0,095	0,41
0,021	0,098	0,42
0,022	0,100	0,42
0,023	0,102	0,43
0,024	0,104	0,43
0,025	0,106	0,44
0,026	0,108	0,45
0,027	0,110	0,45
0,028	0,112	0,45
0,029	0,114	0,46
0,030	0,116	0,46
0,031	0,118	0,47
0,032	0,120	0,47
0,033	0,122	0,48
0,034	0,123	0,48
0,035	0,125	0,48
0,036	0,127	0,49
0,037	0,129	0,49
0,038	0,130	0,50
0,039	0,132	0,50
0,040	0,134	0,50
0,041	0,135	0,51
0,042	0,137	0,51
0,043	0,138	0,51
0,044	0,140	0,52
0,045	0,141	0,52
0,046	0,143	0,52
0,047	0,145	0,53
0,048	0,146	0,53
0,049	0,148	0,53
0,050	0,149	0,54
0,051	0,151	0,54
0,052	0,152	0,54
0,053	0,153	0,55
0,054	0,155	0,55
0,055	0,156	0,55

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,056	0,158	0,55
0,057	0,159	0,56
0,058	0,160	0,56
0,059	0,162	0,56
0,060	0,163	0,57
0,061	0,164	0,57
0,062	0,166	0,57
0,063	0,167	0,57
0,064	0,168	0,58
0,065	0,170	0,58
0,066	0,171	0,58
0,067	0,172	0,58
0,068	0,174	0,59
0,069	0,175	0,59
0,070	0,176	0,59
0,071	0,177	0,59
0,072	0,179	0,59
0,073	0,180	0,60
0,074	0,181	0,60
0,075	0,182	0,60
0,076	0,183	0,60
0,077	0,185	0,61
0,078	0,186	0,61
0,079	0,187	0,61
0,080	0,188	0,61
0,081	0,189	0,62
0,082	0,191	0,62
0,083	0,192	0,62
0,084	0,193	0,62
0,085	0,194	0,62
0,086	0,195	0,63
0,087	0,196	0,63
0,088	0,197	0,63
0,089	0,199	0,63
0,090	0,200	1,05
0,091	0,201	0,64
0,092	0,202	0,64
0,093	0,203	0,64
0,094	0,204	0,64
0,095	0,205	0,64
0,096	0,206	0,65
0,097	0,207	0,65
0,098	0,208	0,65
0,099	0,210	0,65
0,100	0,211	0,65
0,105	0,216	0,66
0,110	0,221	0,67
0,115	0,226	0,68
0,120	0,231	0,69
0,125	0,236	0,69
0,130	0,241	0,70
0,135	0,245	0,71
0,140	0,250	0,72
0,145	0,254	0,72
0,150	0,259	0,73

Coefficiente di adeguamento in caso di riempimenti parziali.

Q<sub>p</sub>: portata di riempimento parziale; Q: portata di riempimento totale; h: altezza del riempimento;  
V<sub>p</sub>: velocità relativa al riempimento parziale; V: velocità relativa al riempimento totale; D<sub>i</sub>: diametro interno

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,155	0,263	0,74
0,160	0,268	0,74
0,165	0,272	0,75
0,170	0,276	0,76
0,175	0,281	0,76
0,180	0,285	0,77
0,185	0,289	0,77
0,190	0,293	0,78
0,195	0,297	0,78
0,200	0,301	0,79
0,210	0,309	0,80
0,220	0,316	0,81
0,230	0,324	0,82
0,240	0,331	0,83
0,250	0,339	0,84
0,260	0,346	0,85
0,270	0,353	0,86
0,280	0,360	0,86
0,290	0,367	0,87
0,300	0,374	0,88
0,310	0,381	0,89
0,320	0,387	0,89
0,330	0,394	0,90
0,340	0,401	0,91
0,350	0,407	0,92
0,360	0,414	0,92
0,370	0,420	0,93
0,380	0,426	0,93
0,390	0,433	0,94
0,400	0,439	0,95
0,410	0,445	0,95
0,420	0,451	0,96
0,430	0,458	0,96
0,440	0,464	0,97
0,450	0,470	0,97
0,460	0,476	0,98
0,470	0,482	0,99
0,480	0,488	0,99
0,490	0,494	1,00
0,500	0,500	1,00
0,510	0,506	1,00
0,520	0,512	1,01
0,530	0,519	1,02
0,540	0,525	1,02
0,550	0,531	1,02
0,560	0,537	1,03
0,570	0,543	1,03
0,580	0,550	1,03
0,590	0,560	1,04
0,600	0,562	1,04
0,610	0,568	1,04
0,620	0,575	1,05
0,630	0,581	1,05
0,640	0,587	1,05
0,650	0,594	0,63

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,660	0,600	1,06
0,670	0,607	1,06
0,680	0,613	1,06
0,690	0,620	1,06
0,700	0,626	1,06
0,710	0,633	1,06
0,720	0,646	1,07
0,730	0,646	1,07
0,740	0,653	1,07
0,750	0,660	1,07
0,760	0,667	1,07
0,770	0,675	1,07
0,780	0,682	1,07
0,790	0,689	1,07
0,800	0,697	1,07
0,805	0,701	1,08
0,810	0,705	1,08
0,815	0,709	1,08
0,820	0,713	1,08
0,825	0,717	1,08
0,830	0,721	1,08
0,835	0,725	1,08
0,840	0,729	1,07
0,845	0,734	1,07
0,850	0,738	1,07
0,855	0,742	1,07
0,860	0,747	1,07
0,865	0,751	1,07
0,870	0,756	1,07
0,875	0,761	1,07
0,880	0,766	1,07
0,885	0,770	1,07
0,890	0,775	1,07
0,895	0,781	1,07
0,900	0,786	1,07
0,905	0,791	1,07
0,910	0,797	1,07
0,915	0,802	1,08
0,920	0,806	1,08
0,925	0,814	1,08
0,930	0,821	1,08
0,935	0,827	1,08
0,940	0,834	1,08
0,945	0,841	1,08
0,950	0,849	1,08
0,955	0,856	1,08
0,960	0,865	1,04
0,965	0,874	1,04
0,970	0,883	1,04
0,975	0,894	1,03
0,980	0,905	1,03
0,985	0,919	1,02
0,990	0,935	1,02
0,995	0,955	1,01
1,000	1,000	1,00



# APPENDICE 9

## Stoccaggio e posa in opera

### Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio nei magazzini

I tubi in PVC rigido possono essere spediti e consegnati in imballi contenitivi in legno.

Le singole dimensioni degli imballi possono essere richieste ai nostri uffici spedizione.

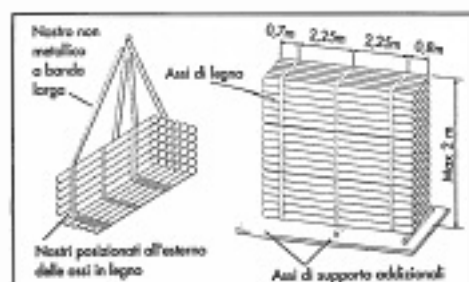


Fig. 32 - Movimentazione e stoccaggio.

A partire dal diametro 630 mm compreso, i tubi non sono imballati.

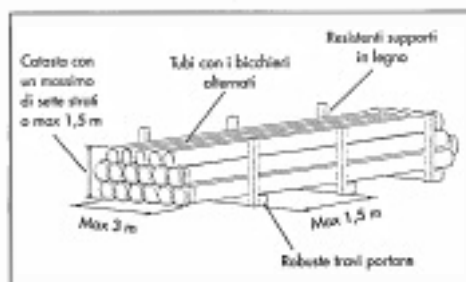


Fig. 33 - Accatastamento in magazzino.

### Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio in cantiere

#### Scarico e movimentazione

Per lo scarico dei mezzi di trasporto, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è necessario evitare di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su mezzi duri e aguzzi.

Si raccomanda di non trascinare i tubi sul terreno.

#### Accatastamento

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite.

L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1 metro qualunque ne sia il diametro.

Nel caso i tubi di grossi diametri (oltre 500 mm) si consiglia di armare internamente le estremità dei tubi onde evitare eccessive ovalizzazioni.

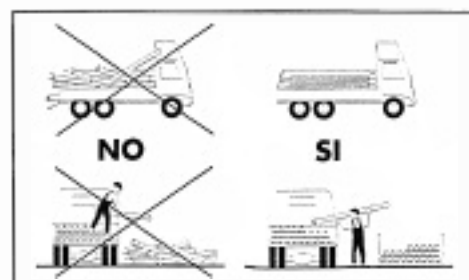


Fig. 34 - Trasporto e scarico.

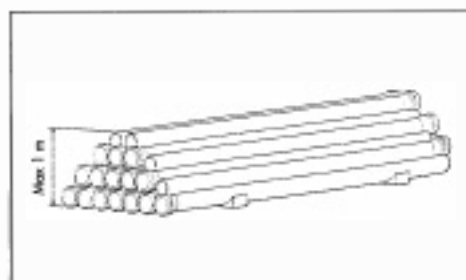


Fig. 35 - Accatastamento dei tubi in cantiere.



Tipo di terreno	Gruppo di terreno					Da usarsi come terreno da rinterro
	#	Nome tipico	Simbolo	Tratti caratteristici	Esempi	
Granulare	1	Ghiaia a singola pezzatura	[GE] [GU]	Linea di granulazione stretta, predominanza di una zona a singola pezzatura	Roccia frantumata, ghiaia di fiume o di costa, ghiaia morenica, ceneri vulcaniche	SI
		Ghiaia ben vagliata, miscela di ghiaia e sabbia	[GW]	Linea di granulazione continua, pezzatura a più zone		
		Miscela di ghiaia e sabbia poco vagliata	[GI] [GP]	Linea di granulazione a scalini, una o più zone di pezzatura assenti		
	2	Sabbia mono dispersa	[SE] [SU]	Linea di granulazione stretta, predominanza di una zona a singola pezzatura	Sabbia da dune e depositi alluvionali, sabbia di vallata, sabbia di bacino	SI
		Ghiaia ben vagliata, miscela di ghiaia e sabbia	[SW]	Linea di granulazione continua, pezzatura a più zone	Sabbia morenica, sabbia da terrapieni, sabbia da spiaggia	
		Miscela di ghiaia e sabbia poco vagliata	[SI] [SP]	Linea di granulazione a scalini, una o più zone di pezzatura assenti		
	3	Ghiaia con limo, miscela poco vagliata di limo, ghiaia e sabbia	[GM] [GU]	Linea di granulazione larga/intermittente con limo finemente granulato	Ghiaia degradata, detriti da riporto, ghiaia con argilla	SI
		Ghiaia con argilla, miscela poco vagliata di ghiaia, limo e sabbia	[GC] [GT]	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata		
		Sabbia con limo, miscela poco vagliata di sabbia e limo	[SM] [SU]	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata	Sabbia liquida, terriccio, sabbia di loess	
		Sabbia con argilla, miscela poco vagliata di sabbia e limo	[SC] [ST]	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata	Sabbia con terriccio, argilla alluvionale, marna alluvionale	
Coesivo	4	Limo inorganico, sabbia molto fine, farina di roccia, sabbia fine con limo o argilla	[ML] [UL]	Poca stabilità, reazione rapida, da poco a niente plasticità	Loess, terriccio	SI
		Argilla inorganica, argilla particolarmente plastica	[CL] [TA] [TL] [TM]	Da media a molto alta stabilità, da bassa a nulla reazione, da bassa a media plasticità	Marna alluvionale, argilla	
Organico	5	Terreno granulato misto con mistura di humus e calcare	[OK]	Miscelanza di vegetali e non vegetali, odore di putrefatto, basso peso, molta porosità	Strato superficiale, sabbia calcarea, sabbia da tufo	NO
		Limo organico e limo organico argilloso	[OL] [OU]	Stabilità media, reazione da lenta a molto veloce, plasticità da bassa a media	Calcare marino, terreno superficiale	
		Argilla organica, argilla con mescolanze organiche	[OH] [OT]	Alta stabilità, senza reazione, plasticità da media ad alta	Fango, terriccio	
	6	Torba, altri terreni altamente organici	[Pt] [HN] [HZ]	Torba decomposta, fibre, colore da marrone a nero	Torba	NO
		Fanghi	[F]	Fanghiglie depositate sotto acqua spesso con dispersione di sabbia/argilla/calcare, molto leggere	Fanghi	

Tab. 21 - Classificazione dei terreni. - I simboli usati provengono da due fonti. Quelli tra parentesi quadre [...] dalla norma inglese BS 5930. Quelli tra parentesi tonde (...) dalla norma tedesca DIN 18196.

## Raccomandazioni per la corretta posa in cantiere

Una posa corretta e l'uso di prodotti idonei e di accertata qualità garantiscono sicurezza e durata nel tempo dell'opera.

Le normative di riferimento oggi disponibili offrono ampie guide all'installazione di condotte in resina:  
ENV 1452-6 Condotte di PVC-U per adduzione acqua.

Parte 6: Guida all'installazione;  
ENV 1046 Condotte in resina  
Sistemi per il convogliamento di acqua o per lo scarico all'esterno dei fabbricati.  
Pratiche per l'installazione interrata o aerea.

### Prescrizioni per la posa

- Rinfianco effettuato manualmente fino a metà del diametro del tubo e compattato camminando con i piedi (fig. 36);
- riempimento fino alla generatrice superiore del tubo, effettuato manualmente e di nuovo compattato con i piedi (fig. 37);
- può essere aggiunto uno strato di 150 mm compattato a macchina, purché non direttamente sulla generatrice superiore del tubo (fig. 38);
- il rinfianco ed il reinterro fino a 150 mm sopra la generatrice superiore del tubo, possono essere effettuati in un'unica soluzione quando viene usato materiale come sabbia o terra sciolta e vagliata (fig. 39);
- il materiale di risulta per il restante reinterro può essere utilizzato compattato in strati di spessore non maggiore di 250 mm, purché non compattati direttamente sopra il tubo fino al raggiungimento di 300 mm di altezza dalla generatrice superiore del tubo (fig. 40);
- il rimanente reinterro può essere completato e compattato in strati a seconda dei requisiti di finitura della superficie (fig. 41).

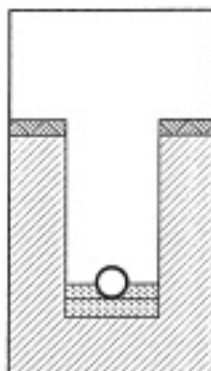


Fig. 36

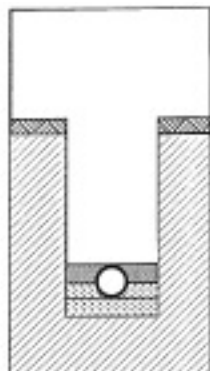


Fig. 37

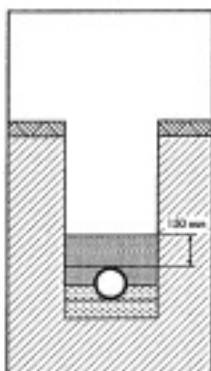


Fig. 38

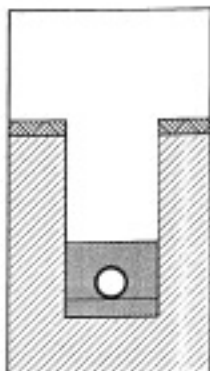


Fig. 39

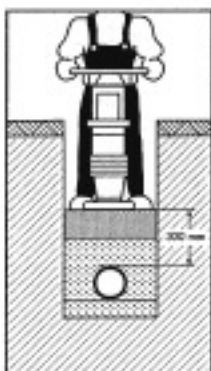


Fig. 40

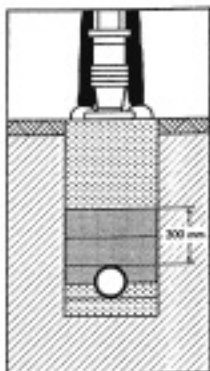


Fig. 41

## APPENDICE 10

### Raccordi, ancoraggi, sforzi sulle curve



a) Joint with integral rubber ring socket



b) Loose coupling with central register

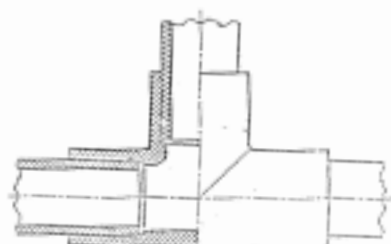


c) Loose coupling without central register (for repair)

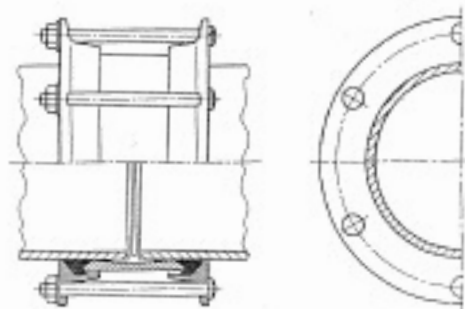
#### Typical elastomeric ring seal joints



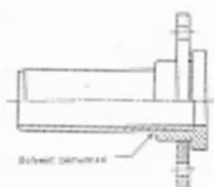
a) Joint with integral solvent cement socket



b) Solvent cement joined fitting



#### Typical mechanical joint



a) Loose flange



b) Flange adaptor

#### Example of flanged joints

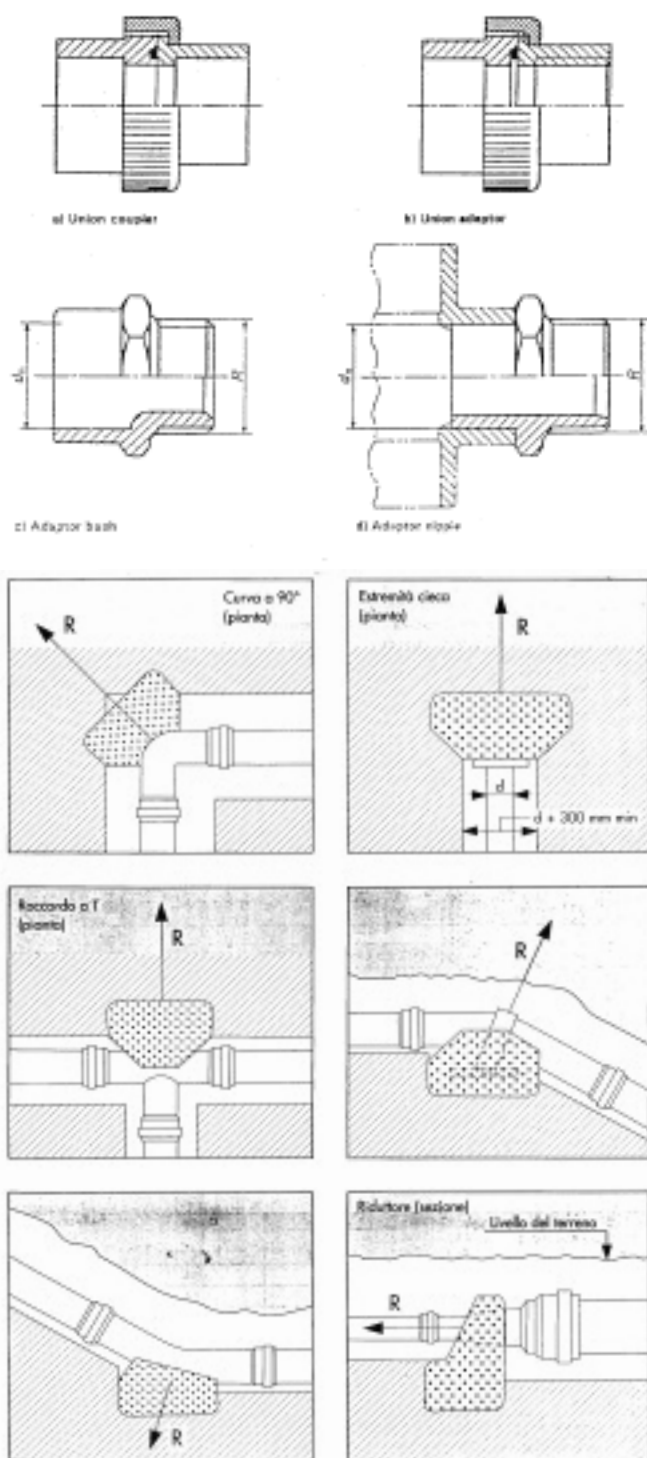


Fig. 15 - Tipica installazione dei blocchi di ancoraggio. R = spazio per estremità cieche o/o curve.

Diametro nominale dn (mm)	Spinta sull'estremità cieca kN/bar*	Spinta radiale sulle curve a vari angoli kN/tcr*			
		90°	45°	22,5°	11,25°
63	0,31	0,44	0,24	0,12	0,06
75	0,44	0,62	0,34	0,17	0,09
90	0,64	0,90	0,49	0,25	0,12
110	0,95	1,34	0,73	0,37	0,19
125	1,23	1,74	0,94	0,48	0,24
140	1,54	2,18	1,18	0,60	0,30
160	2,01	2,84	1,54	0,78	0,39
180	2,54	3,60	1,95	0,99	0,50
200	3,14	4,44	2,40	1,23	0,62
225	3,98	5,62	3,04	1,55	0,78
250	4,91	6,94	3,76	1,92	0,96
280	6,16	8,71	4,71	2,40	1,21
315	7,79	11,02	5,96	3,04	1,53
355	9,90	14,00	7,58	3,86	1,94
400	12,57	17,77	9,62	4,90	2,46
450	15,90	22,49	12,71	6,21	3,12
500	19,63	27,77	15,03	7,66	3,85
560	24,63	34,83	18,85	9,61	4,83
630	31,17	44,08	23,86	12,16	6,11

\* Le cifre nel prospetto sono per bar di pressione interna. 1 bar =  $10^5$  N/m<sup>2</sup> = 0,1 MPa.

Forze di spinta per estremità cieche e curve.

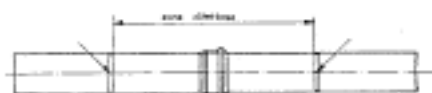
## APPENDICE 11

## Riparazione e innesto nuove linee

## Riparazione di una tubazione

Per riparare una tubazione difettosa, si utilizzano due manicotti scorrevoli seguendo lo schema di seguito indicato.

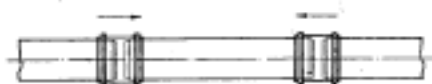
## Riparazione di una tubazione



- Identificare tutta la lunghezza del tubo difettoso ed asportarla.
- Tagliare netto e smussare le estremità dei due tubi che restano in opera.



- Introdurre nelle due estremità i manicotti scorrevoli di riparazione.
- Si interpone, su un letto di posa correttamente preparato, uno spezzone di tubo di lunghezza appropriata.



- Far scorrere i manicotti nella loro posizione finale.
- Reinterrare con cura in modo da avere gli stessi valori dell'indice Proctor della vecchia tubazione.

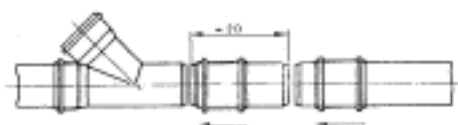
### Innesto di nuove linee.

Qualora si renda necessario effettuare un innesto nella tubazione di PVC già posta in opera, si può procedere secondo uno dei metodi di seguito illustrati.

#### Utilizzo di una derivazione e di due manicotti scorrevoli



- Tagliare la tubazione esistente per un tratto sufficientemente lungo ( $L_{Deriva} + 2 D$ )

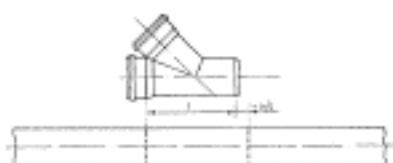


- Inserire la derivazione in un troncone.
- Misurare la distanza fra l'estremità della derivazione e l'altro troncone.
- Tagliare un pezzo di tubo di uguale lunghezza.
- Inserire un manicotto sul troncone e un manicotto sul pezzo di tubo.

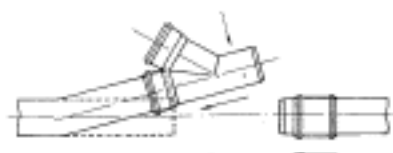


- Inserire il pezzo di tubo nella tubazione e far scorrere i due manicotti in modo da ottenere la tenuta.

Utilizzo di una derivazione e di un manicotto scorrevole  
(case in cui la tubazione si può leggermente sollevare)



- Tagliare il tubo per la lunghezza indicata in figura + D/5



- Sollevare un troncone di tubo (quello a monte), ed inserire in questo la derivazione.
- Inserire nell'altro troncone il manicotto.



- Far scorrere il manicotto in modo da ottenere la tenuta.

Utilizzo di una derivazione a colla (clip)



- Effettuare un montaggio in bianco con il tubo di derivazione e gli altri raccordi.
- Trovare la posizione della clip.



- Smontare il tubo di derivazione e la curva.
- Disegnare con matita grassa sul tubo il contorno interno da tagliare.



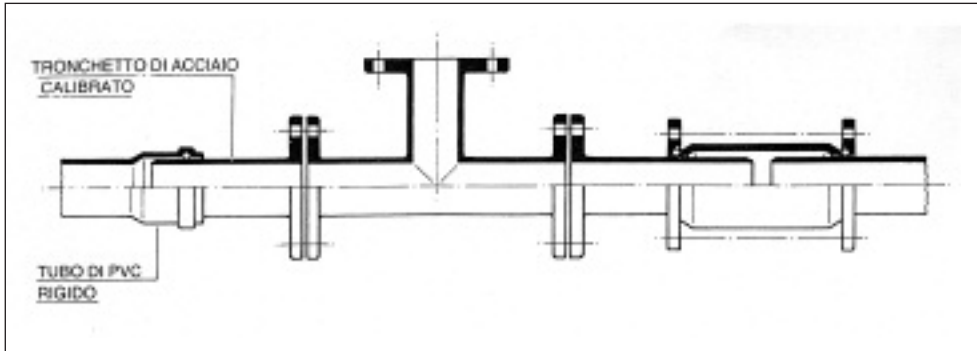
- Fare un foro e, partendo da questo, fare un'apertura leggermente più grande del tracciato.
- Sbeverare accuratamente i bordi con lima a denti fini.



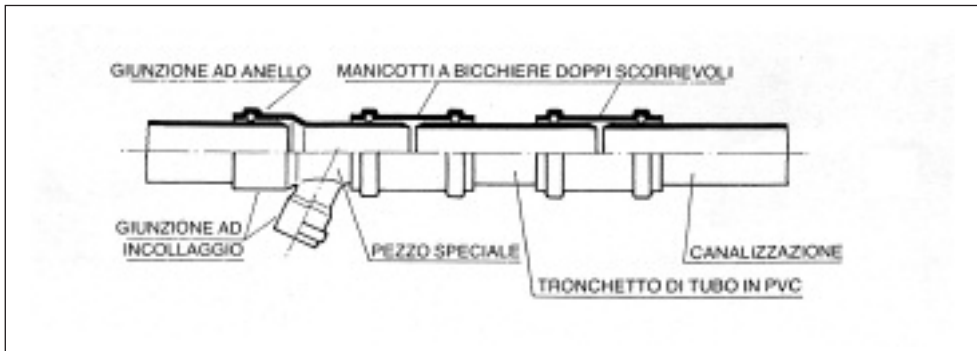
- Pulire con solvente-sgrassante.
- Sottolineare con la matita i due riferimenti segnati sul tubo.
- Incollare l'interno della clip e porre la clip seguendo i riferimenti (non oltre un minuto dopo l'incollaggio).
- Levare la colla eccedente.
- Montare la curva ed il tubo solo dopo 30 minuti.
- Per ottenere una eccellente tenuta chiudere e stringere forte con un legaccio subito dopo la posa della clip.



### Allacciamento con raccordi e pezzi speciali



### Allacciamento non previsto in una canalizzazione già posata



## Appendice 12

### Riferimenti alle caratteristiche dei materiali alternativi

#### 12.1 Il polietilene

##### 12.1.1 Il materiale e le sue caratteristiche

Il polietilene venne scoperto nel 1933 in Gran Bretagna ed è un polimero termoplastico sintetizzato con prodotti ottenuti durante il cracking del petrolio grezzo, specificatamente si ottiene dalla polimerizzazione dell'etilene. In tabella 12.1 si riportano le principali caratteristiche meccaniche e chimico fisiche del materiale.

Tabella 12.1 - Caratteristiche meccaniche, chimiche e fisiche del polietilene.

Caratteristica	Valore
■ Carico di snervamento a trazione	24 MPa
■ Carico di rottura a trazione (50 mm/min)	33 MPa
■ Allungamento a snervamento (50 mm/min)	7%
■ Allungamento a rottura	>700%
■ Modulo elastico a trazione	1000 MPa
■ Modulo elastico a flessione	1050 MPa
■ Densità a 20°C	>0,930 g/cm <sup>3</sup>
■ Indice di fluidità (190°C, 5kg)	0,3-1,6 g/10'
■ Stabilità termica	> 20 min
■ Durezza Shore D	61
■ Punto di rammollimento Vicat	127 °C

Gli eventi atmosferici, in particolare i raggi UV a onde corte della luce solare, con intervento dell'ossigeno atmosferico, possono intaccare, in seguito ad una prolungata permanenza all'aperto, i tubi in polietilene, come avviene per la maggior parte delle sostanze naturali e delle materie plastiche. I tubi in polietilene, per questo, vengono prodotti con l'aggiunta di nerofumo e stabilizzanti che proteggono il materiale polietilene durante la lavorazione e rallentano l'invecchiamento del corrispondente manufatto proteggendolo essenzialmente dagli attacchi foto-termo-ossidativi.

Il polietilene, pur essendo infiammabile, non produce gas corrosivi o residui, ma solo CO<sub>2</sub>, CO e acqua.

Questo materiale presenta inoltre una elevata resistenza all'abrasione, quindi è adatto a lavori che necessitano il convogliamento di materiali abrasivi come fanghi o la dragatura di sabbia e ghiaia, vengono riportati in tabella 12.2 i tempi di resistenza all'abrasione risultanti da prove effettuate secondo il metodo dell'Università di Darmstadt per diversi materiali utilizzati normalmente nel settore.

Tabella 12.2

<i>Cemento</i>	<i>Acciaio</i>	<i>Gres</i>	<i>PVC</i>	<i>PE</i>
■ 20 h	24 h	60 h	50 h	100 h

Il polietilene ha un elevato coefficiente di dilatazione lineare ( $2.10^{-4}\text{C}^{-1}$ ) e quindi si deve tenere conto di questo nel caso si installino tubazioni non interrate; le tubazioni in polietilene corrugate per fognatura riescono a ridurre, grazie alla corrugazione, del 50% la dilatazione lineare.

La temperatura di infragilimento del polietilene risulta intorno ai  $-118^{\circ}\text{C}$  e pertanto l'utilizzo a basse temperature non costituisce particolare problema per i manufatti in polietilene.

### 12.1.2 Campi di applicazione

- Adduzione di acqua potabile in pressione;
- Fognature e scarichi non in pressione (mediante tubazioni lisce e corrugate);
- Drenaggio e captazione biogas mediante tubi corrugati a parete strutturata;
- Cavidotti realizzati mediante tubi corrugati a parete strutturata;
- Sistemi di fognatura in forte pendenza mediante tubi corrugati. Tali tubazioni hanno macroscabrezza artificiali, ottenute per ondulazione della parete interna, atte a produrre perdita di energia del fluido. Questo applicazione permette l'eliminazione o la riduzione dei pozzetti di salto.
- Guaine protettive di tubi gas realizzate mediante tubi corrugati autoestinguenti a singola parete.

### 12.1.3 Posa in opera

Il letto di scavo per le tubazioni deve essere sempre costituito da materiale di granulometria abbastanza fine, in modo che non ci siano spigoli vivi a contatto con il manufatto in polietilene. Si consiglia inoltre di eseguire uno scavo di larghezza circa 1,5 volte il diametro della tubazione. I tubi corrugati, per la loro elevata resistenza circonferenziale, possono essere utilizzati anche per grandi profondità di posa e anche su terreni in cui il carico mobile sia elevato. Il riempimento dello scavo deve avvenire per strati di circa 30 cm e deve arrivare ad un indice Proctor del 90-95%. Fino a 30 cm al di sopra del tubo è buona norma utilizzare materiale fine.

I tubi vengono generalmente giuntati secondo questi tre procedimenti:

- giunzione a bicchiere (con una guarnizione);
- giunzione a manicotto (con due guarnizioni);
- mediante saldatura testa a testa realizzate mediante fusione controllata e normalizzata mediante fusione controllata e normalizzata.

Sono inoltre disponibili guarnizioni per innesto di tubi e/o raccordi, il cui utilizzo garantisce un rapido e sicuro intervento in cantiere, anche successivamente alla posa della condotta principale.

## 12.2 Il polipropilene

### 12.2.1 Il materiale e le sue caratteristiche

Il polipropilene isotattico viene scoperto nel 1954 da Giulio Natta, Nobel per la chimica nel 1963. È un polimero vinilico, simile al polietilene solo che ha un gruppo metilico per ogni unità vinilica della catena principale. Il polipropilene si ottiene dalla polimerizzazione del propilene, utilizzando catalizzatori tipo di Ziegler-Natta e più recentemente catalizzatori metalloceni; viene utilizzato per componenti per auto, tubazioni, arredamento, casalinghi, film per imballaggi e tubi termoidraulici per impianti di riscaldamento. Il polipropilene è un polimero molto versatile. Ha la temperatura di fusione intorno ai 160°C.

Il polipropilene può avere diversi gradi di tattilità; la maggior parte del polipropilene usato è isotattico e questo significa che i gruppi metilici hanno la stessa configurazione, (si trovano sullo stesso lato) alla catena polimerica spaziale rispetto il polipropilene atattico invece presenta i gruppo metilici sistemati come disposizione spaziale a caso lungo la catena principale.

Utilizzando particolari catalizzatori metalloceni si possono ottenere tutta una serie di copolimeri a blocchi che contengono blocchi di polipropilene isotattico e blocchi di polipropilene-comonomero atattici nella stessa catena polimerica. Grazie a questa disposizione a blocchi nella catena, con presenza anche di comonomeri si ottengono una gamma estesa di prodotti con diverse caratteristiche fisico-meccaniche.

Il polipropilene puro ha grado di cristallinità tra il 60 % e il 70% e densità di 0,90-0,91 g/cm<sup>3</sup>; presenta maggiore rigidità, durezza e resistenza meccanica rispetto al polietilene, ma una minor resistenza all'urto. Le sue caratteristiche dielettriche sono buone e indipendenti dalla frequenza e possiede una buona carica elettrostatica.

Il PP puro tende ad ossidarsi e quindi necessita come il polietilene di una stabilizzazione specifica per proteggerlo durante la lavorazione e durante la vita in opera dei manufatti.

È resistente ai sali inorganici, acidi deboli inorganici e soluzioni alcaline, alcool ed alcuni oli. Non resiste ai forti agenti ossidanti e agli idrocarburi alogenati; rigonfia se posto a contatto con idrocarburi alifatici e aromatici (benzina e benzolo) soprattutto alla alte temperature.

Le tubazioni realizzate con polipropilene e utilizzate per l'adduzione di acqua calda consentono un risparmio di energia che va da 10% al 20%, rispetto alle corrispondenti tubazioni metalliche grazie alle minori dispersioni termiche.

I tubi e i raccordi in polipropilene sono realizzati in formulazione autoestinguente ottenuta additivando al polipropilene particolari sostanze che lo adeguano come comportamento alle norme antincendio vigenti.

La durata della tubazioni in polipropilene è in funzione delle sollecitazioni meccaniche e termiche; negli impianti di scarico, queste sollecitazioni sono minime e la durata in condizioni normali è praticamente illimitata.

Le tubazioni in polipropilene non devono essere installate o immagazzinate dove possono subire l'azione diretta dei raggi ultravioletti; Questi raggi, infatti, generano nel materiale un qualche effetto di invecchiamento, che può causare una qualche perdita delle caratteristiche chimiche e fisiche inizialmente possedute.

I tubi e i raccordi in polipropilene sono di colore grigio e stabilizzati alla luce.

Tabella 12.4 - Caratteristiche meccaniche, chimiche e fisiche del polipropilene.

Caratteristica	Valore
■ Densità a 23°C	0,91 g/cm <sup>3</sup>
■ Modulo elastico a flessione	1300 MPa
■ Carico di snervamento	33 MPa
■ Allungamento allo snervamento	10%
■ Resilienza IZOD C.I. 23°C	100 J/m
■ Durezza Rockwell	85
■ Intervallo di fusione del cristallo	160-165 °C
■ Punto di rammollimento Vicat 49 N	90°C
■ Conducibilità termica	0,25 W/mK
■ Coefficiente di dilatazione termica lineare	10 <sup>-4</sup> K <sup>-1</sup>
■ Valore di autoestinguenza	≤ 12 s

### 12.2.2 Campi di applicazione

- Scarichi domestici;
- Tubi e raccordi per convogliamento di acqua potabile e liquidi alimentari;
- Tubazioni per impianti di riscaldamento;
- Tubi e raccordi per distribuzione di acqua calda e fredda in impianti idrosanitari e di condizionamento;
- Tubi e raccordi per impianti industriali;
- Tubi e raccordi per trasporto di aria compressa e sostanze chimiche.

### 12.2.3 Manipolazione dei tubi

È indispensabile evitare che i fasci di tubo o le singole barre subiscano, durante gli spostamenti, l'immagazzinaggio e l'utilizzo in cantiere, eccessive sollecitazioni esterne, come scuotimenti, urti, martellate ed azioni simili.

Questo comportamento, valido in ogni situazione, è tanto più necessario quanto minore è la temperatura ambiente; la bassa temperatura contribuisce infatti ad irrigidire il materiale, diminuendone perciò il comportamento elastico in risposta a sollecitazioni esterne.

L'eventuale contatto con corpi a spigolo vivo (scaglie di mattoni ad esempio) provoca, sulla superficie esterna dei tubi degli intagli che possono in seguito essere il punto di innesco di rotture. È quindi necessario impedire che ciò possa avvenire, sia in fase di immagazzinaggio che di installazione, evitando comunque di utilizzare tubi che presentino scalfitture o incisioni. Per quanto riguarda la posa in opera, qualora si vogliano eseguire delle curve con raggi di curvatura molto ampi si può procedere a freddo; per raggi prossimi, ma non inferiori a 8 volte la misura del diame-

tro del tubo in lavorazione, è opportuno riscaldare il tubo con acqua calda evitando l'uso della fiamma.

Il taglio dei tubi deve avvenire con strumenti appositi che evitano la presenza di bave e permettano l'esecuzione di un taglio perpendicolare al tubo.

Le parti da saldare devono sempre essere ben pulite e il termostato del polifusore deve indicare che lo stesso è in temperatura. Sia durante che dopo la saldatura si deve evitare di sottoporre a torsione le parti giuntate.

## Appendice 13

### Norme correlate ai materiali alternativi

#### 13.1 Sistemi di tubazioni per l'adduzione d'acqua [Polietilene PE]: Norma UNI EN 12201

La presente scheda riassuntiva intende fornire esclusivamente un sunto delle informazioni di carattere generale sulle varie tipologie e metodologie di prova previste per l'applicazione in oggetto; per informazioni dettagliate sulle tipologie e frequenze di prova o comunque per informazioni di dettaglio si rimanda comunque alle specifiche norme di riferimento in vigore.

##### 13.1.1 Premessa

La norma Italiana UNI EN 12201 è la traduzione in italiano della norma Europea EN 12201. La norma UNI EN 12201 è stata emessa dall'UNI (Ente Nazionale di Unificazione) come recepimento in Italia della norma EN 12201.

- Parte 1: Generalità – Marzo 2003
- Parte 2: Tubi – Marzo 2003
- Parte 3: Raccordi – Marzo 2003
- Parte 4: valvole ed attrezzature ausiliarie – Giugno 2001
- Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema – Marzo 2003
- Parte 6: Guida per l'installazione (sperimentale) – \_\_\_\_\_
- Parte 7: Guida per la valutazione della conformità (sperimentale) – Giugno 2002

##### *Scopo e campo di applicazione:*

La norma specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni di polietilene (PE) nel campo dell'adduzione dell'acqua potabile o da potabilizzare ed utilizzabili per gli impieghi seguenti:

- condotte a pressione operativa massima di 25 bar;
- trasporto di acqua a temperatura da 20°C a 40 °C;
- sotto pressione a circa 20°C (acqua fredda) destinata al consumo umano e per usi generali.

##### *Riferimenti legislativi:*

Decreto n.174 del 6 aprile 2004 del 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

Decreto Ministeriale del 21.03.73 e successivi aggiornamenti: manufatti plastici destinati a venire in contatto con le sostanze alimentari o d'uso personale (trasporto di fluidi alimentari quali ad esempio latte, vino, succhi di frutta ecc.); tubazioni stabilizzate al calcio/zinco (Ca Zn).

##### *Altri riferimenti:*

UNI EN 1622: Determinazione della soglia di odore e sapore (proprietà organolettiche).

##### 13.1.2 La materia prima

Il materiale con cui sono costruite le tubazioni (tubi, raccordi e valvole) deve essere una composizione (compound) di polietilene (PE) cui sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitarne la produzione; tutti gli additivi dovranno essere dispersi in modo omogeneo.

Non è ammesso l'uso di materiale rilavorabile proprio del fabbricante prodotto durante la produzione o proveniente da campioni utilizzati per le prove di laboratorio, ma proveniente da origini diverse.

Il materiale deve essere valutato secondo la norma ISO/TR 9080 al fine di determinare la resistenza alla pressione a lungo termine (M.R.S.); tale prova (che è in realtà una serie di prove di resistenza alla pressione interna effettuate a diversi valori di temperatura, sollecitazione e durata) intende verificare la capacità della materia prima (compound) di produrre tubazioni con una vita utile in esercizio di almeno cinquanta anni alla temperatura di 20°C.

N.B. Le presenti tubazioni hanno anche caratteristiche conformi a quelle prescritte dalla norma UNI 10953 – sistemi di tubazioni per la conduzione di fluidi industriali (ad es. condotte antincendio). Si rimanda comunque alle specifiche norme di riferimento per la resistenza chimica dei manufatti (vedere ad esempio UNI ISO TR 7474)

*La gamma dimensionale (UNI EN 12201-2/EN 12201-2):*

La norma prevede tubazioni con giunzione a bicchiere, a serraggio meccanico, per saldatura testa/testa o ad elettrofusione e giunzioni frangiate..

Le classi dimensionali delle tubazioni sono (vedere anche premessa nazionale nella parte 2 della UNI EN 12201):

- SDR 7,4 dal DN 20 al DN 450
- SDR 11 dal DN 20 al DN 630
- SDR 17 dal DN 50 al DN 1000
- SDR 26 dal DN 160 al DN 1600

Accorpabili nei seguenti gruppi di diametri:

- gruppo 1 dal DN 20 mm al DN 75
- gruppo 2 dal DN 90 mm al DN 250
- gruppo 3 dal DN 315 mm al DN 710
- gruppo 4  $\geq$  DN 710 mm

ai fini del campionamento per la verifica della conformità ai requisiti di norma (pr CEN/TS parte 7).

*Le prove:*

TT (prove di tipo) = Prove effettuate per verificare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio siano adatti a soddisfare i requisiti forniti nella norma.

AT (prove di verifica) = Prove effettuate dall'organismo di certificazione o per suo conto per confermare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio restino conformi ai requisiti forniti nella norma e per fornire informazioni necessarie a valutare l'efficacia del sistema qualità.

BRT (prove di rilascio del lotto) = Prove effettuate dal fabbricante su un lotto di componenti che devono essere completate in modo soddisfacente prima che il lotto sia messa in spedizione.

PVT (prove di verifica del processo) = Prove effettuate dal fabbricante sui materiali, componenti, giunti o assemblaggi a intervalli specificati per confermare che il processo continua ad essere in grado di produrre componenti conformi ai requisiti riportati nella norma pag 21/2.

NP = Non previsto



## Caratteristiche del materiale (UNI EN 12201-1 e 2)

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Prova	Metodo di prova	TT	AT	PVT	BRT
■ Densità	ISO 1133	NP	X	NP	X
■ Contenuto di nerofumo	ISO 6964	NP	X	NP	X
■ Dispersione del pigmento	ISO 18553	NP	X	NP	X
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	NP	X
■ Contenuto di volatili	EN 12099	NP	X	NP	X
■ Umidità	EN 12118	NP	X	NP	X
■ Indice di fluidità	EN ISO 1133	NP	X	NP	X
■ M.R.S.	ISO TR 9080	X	X	X	NP
■ Propagazione lenta della frattura	EN ISO 13479	X	X	X	NP
■ Propagazione rapida della frattura	ISO 13477	X	X	X	NP
■ Compatibilità alla fusione	ISO 13953	NP	X	NP	NP
■ Resistenza all'invecchiamento	EN 1056	NP	X	NP	NP

## Caratteristiche dei tubi (UNI EN 12201-1 e 2)

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Aspetto	UNI EN 12201	X	X	NP	X
■ Colore	UNI EN 12201	X	X	NP	X
■ Dimensioni	EN ISO 3126	X	X	NP	X
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	X	X	X	X
■ Allungamento % a rottura	EN ISO 6259		X	NP	X
■ Indice di fluidità	EN ISO 1133	X	X	NP	X
■ Resistenza alla pressione interna					
■ 100h a 20°C (TT – AT)					
■ 165h a 80°C (BRT -					
■ 1000h a 80°C (TT – PVT – AT))	UNI EN 921	X	X	X	X
■ Marchiatura	EN 12201-2	NP	X	NP	X

## Caratteristiche dei raccordi (UNI EN EN 12201- 3)

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Aspetto	UNI EN 12201	X	X	NP	X
■ Colore	UNI EN 12201	X	X	NP	X
■ Dimensioni	EN ISO 3126	X	X	NP	X
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	X	X
■ Resistenza all'urto	EN 1716	X	X	NP	NP
■ Tenuta dei giunti sotto curvatura	EN 12100	X	X	NP	NP
■ Resistenza allo sfilamento	EN 712	X	X	NP	NP
■ Resistenza elettrica	UNI EN 12201	NP	NP	NP	X
■ Resistenza della coesione	ISO 13953 - 13954 – 13955 - 13956	X	NP	NP	NP
■ Indice di fluidità	EN ISO 1133		X	NP	NP
■ Resistenza alla pressione interna					
■ 100h a 20°C (TT – AT)					
■ 165h a 80°C (BRT – PVT)					
■ 1000h a 80°C (TT – AT)	UNI EN 921	X	X	X	X
■ Marchiatura	UNI EN 12201-3	NP	X	NP	X

## Caratteristiche delle valvole (UNI EN 12201- 4)

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Aspetto	UNI EN 12201	X	X	NP	X
■ Colore	UNI EN 12201	X	X	NP	X
■ Dimensioni	UNI EN 12201	X	X	NP	X
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	NP	NP
■ Forza di manovra	EN 28233	X	X	NP	X
■ Resistenza alla chiusura	EN 28233	X	X	X	NP
■ Tenuta dei giunti sotto curvatura	EN 12100	X	X	X	NP
■ Resistenza del meccanismo di attuazione	EN 28233	NP	X	NP	X
■ Tenuta sotto curvatura del meccanismo di chiusura	EN 1680	NP	X	NP	NP
■ Resistenza all'urto	EN 1705	X	NP	X	NP
■ Tenuta e facilità di manovra dopo la resistenza alla pressione interna sotto carico	EN 1680	X	X	X	NP
■ Indice di fluidità	EN ISO 1133	NP	X	NP	X
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	X	X
■ Resistenza alla pressione interna					
■ 100h a 20°C (TT)					
■ 165h a 80°C (BRT)					
■ 1000h a 80°C (PVT - TT)	UNI EN 921	X	NP	X	X
■ Marchiatura	UNI EN 12201-3	NP	X	NP	NP

## Idoneità all'impiego del sistema (UNI EN 12201-5)

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>
■ Prova a pressione	UNI EN 921
■ Resistenza della coesione	ISO 13953 - 13954 - 13955 - 13956
■ Tenuta alla pressione idrostatica	EN 715
■ Tenuta alla pressione idrostatica del giunto sotto curvatura	EN 713
■ Tenuta alla pressione esterna	EN 917
■ Resistenza a pressione esterna	EN 911
■ Resistenza allo sfilamento	EN 712
■ Tenuta alla pressione idrostatica	EN 715

## La guida per l'installazione

La pubblicazione n.10 dell'Istituto italiano dei Plastici, unitamente al progetto di norma uniplast 973, fornisce pratiche raccomandazioni per l'installazione di tubi, raccordi, valvole ed attrezzature ausiliarie in polietilene (PE) quando utilizzati nei sistemi di tubazioni per l'adduzione d'acqua sotto pressione.

Le raccomandazioni intendono fornire una guida pratica per i migliori metodi di progettazione e di installazione di sistemi di tubazioni per l'adduzione dell'acqua ed utilizzabili per gli impieghi seguenti:

- condotte principali e diramazioni interrate;
- trasporto di acqua sopra terra sia all'esterno che all'interno dei fabbricati;

sotto pressione a circa 20°C (acqua fredda) destinata al consumo umano e per usi generali. Esistono fattori di derating anche per il PE che può essere utilizzato per convogliare fluidi fino a 40°C con pressioni di esercizio ammissibili calcolate con tali fattori di riduzione applicati alla PN.

Sono inoltre fornite raccomandazioni per la connessione ai raccordi, valvole ed attrezzature ausiliarie fatte con materiali diversi dal PE.

A titolo informativo, come utile strumento per la posa in opera delle condotte in PE, si può fare riferimento anche alla raccomandazione IIP n° 10 sulla installazione delle tubazioni in polietilene nella costruzione di acquedotti o, genericamente, per reti in pressione.

### 13.2 Confronto delle caratteristiche previste per le tubazioni per fluidi in pressione nei diversi materiali

Il presente confronto tra le varie norme di riferimento intende fornire esclusivamente informazioni di carattere generale sulle varie tipologie e metodologie di prova previste per lo stesso campo di applicazione; per informazioni di dettaglio sulle frequenze di prova per tipologia di materiale si rimanda comunque alla specifiche norme di riferimento in vigore.

#### 13.2.1 Materia prima

<i>Prova</i>	<i>PVC-U UNI EN 1452</i>	<i>PE UNI EN 12201</i>
	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>
■ Materiale dell'anello di tenuta	EN 681	
■ Minimum Strength Required (MRS)*	ISO/TR 9080	ISO/TR 9080
■ Massa volumica	ISO 1133	ISO 1133
■ Contenuto di cloruro di vinile monomero (VCM)	ISO 6401	
■ Effetto sulla qualità dell'acqua	Disposizioni di legge	Disposizioni di legge
■ Materiale adesivo	Disposizioni di legge e ISO 7387-1	
■ Contenuto di nerofumo		ISO 6964
■ Dispersione del pigmento		ISO 18553
■ Stabilità termica (O.I.T.)		UNI EN 728
■ Contenuto di volatili		UNI EN 12099
■ Umidità		UNI EN 12118
■ Indice di fluidità		EN ISO 1133
■ M.R.S.		ISO TR 9080
■ Propagazione lenta della frattura		UNI EN ISO 13479
■ Propagazione rapida della frattura		ISO 13477
■ Compatibilità alla fusione		ISO 13953
■ Resistenza all'invecchiamento		UNI EN 1056

\* = Se esiste una lunga esperienza con il materiale/composizione (compound) tra l'organismo di certificazione e il fabbricante e/o sugli effetti di una proposta di variazione nel materiale/composizione non oltre i limiti previsti dalla parte 7 della norma al prospetto 7, non è necessario l'MRS; in questo caso vengono determinate cinque prove a 20°C e 60°C da 1000h a 5000h che devono collocarsi sulla o al di sopra della curva caratteristica a lungo termine del limite inferiore di confidenza stabilita prima della variazione del materiale/mescola.

### 13.2.2 Tubi, raccordi, valvole ed altri componenti

<i>Prova</i>	<i>PVC-U UNI EN 1452</i>	<i>PE EN UNI 12201</i>
	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>
■ Aspetto	UNI EN 1452-2	UNI EN 12201
■ Colore	UNI EN 1452-2	UNI EN 12201
■ Dimensioni	UNI EN 1452-2	UNI EN 12201 ed EN ISO 3126
■ Resistenza alla pressione interna	UNI EN 921	UNI EN 921
■ Resistenza a pressione per tubi con bicchiere intero		
■ Temperatura di rammollimento (Vicat)	UNI EN 727	
■ Ritiro longitudinale	UNI EN 743	
■ Effetti del calore	UNI EN 763	
■ Grado di gelificazione	UNI EN 580	
■ Resistenza all'urto	UNI EN 744	UNI EN 1716
■ Prova di schiacciamento	EN 802	
■ Stabilità termica (O.I.T.)		EN 728
■ Allungamento % a rottura		EN ISO 6259
■ Indice di fluidità		EN ISO 1133
■ Tenuta dei giunti sotto curvatura		EN 12100
■ Resistenza allo sfilamento		EN 712
■ Resistenza elettrica		UNI EN 12201
■ Resistenza della coesione		ISO 13953 - 13954 - 13955 - 13956
■ Forza di manovra		EN 28233
■ Resistenza alla chiusura		EN 28233
■ Tenuta dei giunti sotto curvatura		EN 12100
■ Resistenza del meccanismo di attuazione	EN 28233	
■ Tenuta sotto curvatura del meccanismo di chiusura	EN 1680	
■ Tenuta e facilità di manovra dopo la resistenza alla pressione interna sotto carico	EN 1680	
■ Marcatura	UNI EN 1452-2	UNI EN 12201

### 13.2.3 Idoneità del sistema

<i>Prova</i>	<i>PVC-U UNI EN 1452</i>	<i>PE UNI EN 12201</i>
	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>
■ Tenuta dei manicotti a doppio bicchiere con trasmissione di carico a 20°C	EN ISO 13783	
■ Proprietà funzionali delle valvole	EN 28233	
■ Prove di tenuta a breve termine degli assemblaggi	EN 917 metodo BX	
■ Prova di tenuta a lungo termine degli assemblaggi	EN 28659	
■ Prova a pressione a breve termine per la tenuta degli assiemi	EN ISO 13845	
■ Prova a breve termine con pressione negativa per la tenuta degli assiemi	EN ISO 13844	
■ Tenuta alla pressione idrostatica a lungo termine	EN 1336	
■ Prova a pressione		UNI EN 921
■ Resistenza della coesione		ISO 13953 - 13954 – 13955 - 13956
■ Tenuta alla pressione idrostatica		EN 715
■ Tenuta alla pressione idrostatica del giunto sotto curvatura		EN 713
■ Tenuta alla pressione esterna		EN 917
■ Resistenza a pressione esterna		EN 911
■ Resistenza allo sfilamento		EN 712
■ Tenuta alla pressione idrostatica		EN 715

### 13.3 Norma UNI EN 1451 - Tubi in Polipropilene (PP)

La presente scheda riassuntiva intende fornire esclusivamente un sunto delle informazioni di carattere generale sulle varie tipologie e metodologie di prova previste per l'applicazione in oggetto; per informazioni dettagliate sulle tipologie e frequenze di prova o comunque per informazioni di dettaglio si rimanda comunque alle specifiche norme di riferimento in vigore.

- Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema – Marzo 2001
- Parte 2: Guida per la valutazione della conformità (sperimentale) – Novembre 2002
- Parte 3: Guida per l'installazione (sperimentale)

#### *Scopo e campo di applicazione:*

la norma specifica i requisiti per i tubi, i raccordi ed il sistema di tubazioni di polipropilene (PP) nel campo degli scarichi (alta e bassa temperatura) sia all'interno della struttura degli edifici o all'esterno fissati al muro (codice dell'area di applicazione "B") che nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "BD").

La presente norma si applica ai tubi ed ai raccordi di PP, alle giunzioni ed alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici destinati all'utilizzo per gli scopi seguenti:

- tubazioni di scarico per deflusso delle acque di scarico domestiche (a bassa ed alta temperatura);
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio.

### 13.3.1 La materia prima

Il materiale con cui sono costruite le tubazioni (tubi e raccordi) deve essere costituita da materiale di base polipropilene (omopolimero o copolimero) cui sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitarne la produzione.

Il materiale deve essere valutato secondo la norma EN 921 al fine di determinare la resistenza alla pressione a lungo termine per 140h e 1000h.

*La gamma dimensionale (UNI ENV 1451-2):*

La norma prevede tubazioni ad estremità liscia, a giunzione elastomerica (con guarnizioni conformi alla norma EN 681), per giunti per fusione testa-testa, per giunti ad elettrofusione e per giunti meccanici.

Le classi dimensionali delle tubazioni sono accorpabili nei seguenti:

- serie di spessori di parete
  - S 20 dal DN 32 al DN 200
  - S 16 dal DN 32 al DN 315
  - S 14 dal DN 32 al DN 160
- gruppi di diametri
  - gruppo 1 dal DN 32 al DN 63
  - gruppo 2 dal DN 75 al DN 180
  - gruppo 3 dal DN 200 al DN 315
- gruppi di figure (raccordi)
  - gruppo 1: curve
  - gruppo 2: derivazioni
  - gruppo 3: altri tipi di raccordi

ai fini della verifica della conformità ai requisiti di norma (ENV parte 2).

*Le prove:*

TT (prove di tipo) = Prove effettuate per verificare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio siano adatti a soddisfare i requisiti forniti nella norma.

AT (prove di verifica) = Prove effettuate dall'organismo di certificazione o per suo conto per confermare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio restino conformi ai requisiti forniti nella norma e per fornire informazioni necessarie a valutare l'efficacia del sistema qualità.

BRT (prove di rilascio del lotto) = Prove effettuate dal fabbricante su una partita di componenti che deve essere completata in modo soddisfacente prima che la partita sia messa in spedizione.

PVT (prove di verifica del processo) = Prove effettuate dal fabbricante sui materiali, componenti, giunti o assemblaggi a intervalli specificati per confermare che il processo continua ad essere in grado di produrre componenti conformi ai requisiti riportati nella norma.

NP= Non previsto

**Caratteristiche dei tubi e del materiale (UNI EN 1451-1 e 2)**

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Indice di fluidità	ISO 1133	X	X	X	NP
■ Resistenza alla pressione interna a 140h e 1000h	EN 921	X	X	X	NP
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	X	NP
■ Aspetto	UNI EN 1451-1	X	X	NP	X
■ Colore	UNI EN 1451-1	X	X	NP	X
■ Dimensioni	UNI EN 1451-1 ed EN 496	X	X	NP	X
■ Resistenza all'urto	EN 744	X	X	X	X
■ Rigidità anulare	EN ISO 9969	NP	X	X	NP
■ Ritiro longitudinale	EN 743	X	X	NP	X
■ Marcatura	UNI EN 1451-1	X	X	NP	X

Nota: Per il codice di area di applicazione BD, il tubo deve avere una rigidità nominale di SN 4.

**Caratteristiche dei raccordi e del materiale (UNI EN 1451-1 e 2)**

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Indice di fluidità	ISO 1133	X	X	X	NP
■ Resistenza alla pressione interna a 140h e 1000h	EN 921	X	X	X	NP
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	X	NP
■ Aspetto	UNI EN 1451-1	X	X	NP	X
■ Colore	UNI EN 1451-1	X	X	NP	X
■ Dimensioni	UNI EN 1451-1 ed EN 496	X	X	NP	X
■ Effetto del calore	EN 763	NP	X	NP	NP
■ Tenuta all'acqua	EN 1053	NP	X	NP	NP
■ Marcatura	UNI EN 1451-1	NP	X	NP	X

Nota: Per il codice di area di applicazione BD, il raccordo deve avere una rigidità nominale di SN 4.

**Caratteristiche di idoneità all'impiego del sistema (UNI EN 1451-1 e 2)**

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Tenuta all'acqua	EN 1053	X	X	NP	NP
■ Tenuta all'aria	EN 1054	X	X	NP	NP
■ Tenuta dei giunti di giunzioni elastomeriche	EN 1277	X	X	X	NP
■ Cicli ad elevata temperatura	EN 1055	X	X	X	NP
■ Tenuta a lungo termine delle guarnizioni in TPE	EN 1989	X	X	X	NP

## La guida per l'installazione (prENV 1451-3)

Il progetto di norma prENV 1451 parte 3 (sperimentale) unitamente alla norma UNI ENV 13801 fornisce pratiche raccomandazioni per l'installazione di tubi e raccordi in polietilene nel campo degli scarichi (alta e bassa temperatura) sia all'interno della struttura degli edifici o all'esterno fissati al muro (codice dell'area di applicazione "B") che nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "BD") e destinati all'utilizzo per gli scopi seguenti:

- tubazioni di scarico per deflusso delle acque di scarico domestiche (a bassa ed alta temperatura);
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio.

## 13.4 Sistemi di tubazioni per condotte di scarico all'interno dei fabbricati - Polietilene PE

### Norma UNI EN 1519

La presente scheda riassuntiva intende fornire esclusivamente un estratto delle informazioni di carattere generale sulle varie tipologie e metodologie di prova previste per l'applicazione in oggetto; per informazioni dettagliate sulle tipologie e frequenze di prova o comunque per informazioni di dettaglio si rimanda comunque alle specifiche norme di riferimento in vigore.

- Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema – Marzo 2001
- Parte 2: Guida per la valutazione della conformità (sperimentale) – Novembre 2002
- Parte 3: Guida per l'installazione (sperimentale)

#### *Scopo e campo di applicazione:*

la norma specifica i requisiti per i tubi, i raccordi ed il sistema di tubazioni di polietilene (PE) nel campo degli scarichi (alta e bassa temperatura) sia all'interno della struttura degli edifici o all'esterno fissati al muro (codice dell'area di applicazione "B") che nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "BD").

La presente norma si applica ai tubi ed ai raccordi di PE, alle giunzioni ed alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici destinati all'utilizzo per gli scopi seguenti:

- tubazioni di scarico per deflusso delle acque di scarico domestiche (a bassa ed alta temperatura);
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio.

### 13.4.1 La materia prima

Il materiale con cui sono costruite le tubazioni (tubi e raccordi) deve essere costituita da materiale di base polietilene cui sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitarne la produzione.

Il materiale deve essere valutato secondo la norma EN 921 al fine di determinare la resistenza alla pressione a lungo termine per 165h.



*La gamma dimensionale definita per il campionamento (UNI ENV 1519-2):*

La norma prevede tubazioni ad estremità liscia, a giunzione elastomerica (con guarnizioni conformi alla norma EN 681), per giunti per fusione testa-testa, per giunti ad elettrofusione e per giunti meccanici dal DN 32 al DN 315.

Le classi dimensionali delle tubazioni sono accorpabili nei seguenti:

- gruppi di diametri
  - gruppo 1 dal DN 32 al DN 63
  - gruppo 2 dal DN 75 al DN 180
  - gruppo 3 dal DN 200 al DN 315
- gruppi di figure (raccordi)
  - gruppo 1: curve
  - gruppo 2: derivazioni
  - gruppo 3: altri tipi di raccordi

ai fini della verifica della conformità ai requisiti di norma (ENV parte 2).

*Le prove:*

TT (prove di tipo) = Prove effettuate per verificare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio siano adatti a soddisfare i requisiti forniti nella norma.

AT (prove di verifica) = Prove effettuate dall'organismo di certificazione o per suo conto per confermare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio restino conformi ai requisiti forniti nella norma e per fornire informazioni necessarie a valutare l'efficacia del sistema qualità.

BRT (prove di rilascio del lotto) = Prove effettuate dal fabbricante su una partita di componenti che deve essere completata in modo soddisfacente prima che la partita sia messa in spedizione.

PVT (prove di verifica del processo) = Prove effettuate dal fabbricante sui materiali, componenti, giunti o assemblaggi a intervalli specificati per confermare che il processo continua ad essere in grado di produrre componenti conformi ai requisiti riportati nella norma.

### Caratteristiche dei tubi e del materiale [UNI EN 1519-1 e 2]

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Indice di fluidità	ISO 1133	X	X	X	NP
■ Resistenza alla pressione interna a 165h	EN 921	X	X	X	NP
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	X	NP
■ Aspetto	UNI EN 1519-1	X	X	NP	X
■ Colore	UNI EN 1519-1	X	X	NP	X
■ Dimensioni	UNI EN 1519-1 ed EN 496	X	X	NP	X
■ Rigidità anulare	EN ISO 9969	NP	X	X	NP
■ Ritiro longitudinale	EN 743	X	X	NP	X
■ Marcatura	UNI EN 1519-1	X	X	NP	X

Nota: Per il codice di area di applicazione BD, il tubo deve avere una rigidità nominale di SN 4.

## Caratteristiche dei raccordi e del materiale (UNI EN 1519-1 e 2)

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Indice di fluidità	ISO 1133	X	X	X	NP
■ Resistenza alla pressione interna a 165h	EN 921	X	X	X	NP
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	X	NP
■ Aspetto	UNI EN 1519-1	X	X	NP	X
■ Colore	UNI EN 1519-1	X	X	NP	X
■ Dimensioni	UNI EN 1519-1 ed EN 496	X	X	NP	X
■ Effetto del calore	EN 763	NP	X	NP	NP
■ Tenuta all'acqua	EN 1053	NP	X	NP	NP
■ Marcatura	UNI EN 1519-1	X	X	NP	X

## Caratteristiche di idoneità all'impiego del sistema (UNI EN 1519-1 e 2)

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Tenuta all'acqua	EN 1053	X	X	NP	NP
■ Tenuta all'aria	EN 1054	X	X	NP	NP
■ Tenuta dei giunti di giunzioni elastomeriche	EN 1277	X	X	X	NP
■ Cicli ad elevata temperatura	EN 1055	X	X	X	NP
■ Tenuta a lungo termine delle guarnizioni in TPE	EN 1989	X	X	X	NP

### La guida per l'installazione (prENV 1519-3)

Il progetto di norma prENV 1519 parte 3 (sperimentale) unitamente alla norma ENV 13801 fornisce pratiche raccomandazioni per l'installazione di tubi e raccordi in polietilene nel campo degli scarichi (alta e bassa temperatura) sia all'interno della struttura degli edifici o all'esterno fissati al muro (codice dell'area di applicazione "B") che nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "BD") e destinati all'utilizzo per gli scopi seguenti:

- tubazioni di scarico per deflusso delle acque di scarico domestiche (a bassa ed alta temperatura);
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio.

A titolo informativo, come utile strumento per la posa in opera delle condotte in PE, si può fare riferimento anche alla raccomandazione IIP n° 12 sulla installazione di tubazioni di PE per condotte di scarico nei fabbricati civili ed industriali.

### 13.5 Confronto delle caratteristiche previste per le tubazioni per condotte di scarico all'interno dei fabbricati

Il presente confronto tra le varie norme di riferimento intende fornire esclusivamente informazioni di carattere generale sulle varie tipologie e metodologie di prova previste per lo stesso campo di applicazione; per informazioni di dettaglio sulle frequenze di prova per tipologia di materiale si rimanda comunque alla specifiche norme di riferimento in vigore.

#### 13.5.1 Materia prima

Prova	PVC UNI EN 1329	PVC UNI 1453	PE UNI EN 1519	PP UNI EN 1451
	Metodo di prova	Metodo di prova	Metodo di prova	Metodo di prova
■ Contenuto di PVC	EN 1905	EN 1905	NP	NP
■ Indice di fluidità	NP	NP	ISO 1133	ISO 1133
■ Stabilità termica (O.I.T.)	NP	NP	EN 728	EN 728
■ Resistenza alla pressione interna	EN 921 (1000h a 60°C)	EN 921 (1000h a 60°C)	EN 921 (165h-80°C)	EN 921 (140h-80°C e 1000h-95°C)

#### 13.5.2 Tubi e raccordi

Prova	PVC UNI EN 1329	PVC UNI EN 1453	PE EN 1519	PP UNI EN 1451
	Metodo di prova	Metodo di prova	Metodo di prova	Metodo di prova
■ Resistenza alla pressione interna	EN 921 (1000h a 60°C)		EN 921 (165h-80°C)	EN 921 (140h-80°C e 1000h-95°C)
■ Aspetto	UNI EN 1329-1	UNI 1453	UNI EN 1519-1	UNI EN 1451-1
■ Colore	UNI EN 1329-1	UNI 1453	UNI EN 1519-1	UNI EN 1451-1
■ Dimensioni	UNI EN 1329-1 ed EN 496	UNI 1453 ed EN ISO 3126	UNI EN 1519-1 ed EN 496	UNI EN 1451-1 ed EN 496
■ Indice di fluidità	NP	NP	ISO 1133	ISO 1133
■ Prova	PVC UNI EN 1329	PVC UNI 1453	PE EN 1519	PP UNI EN 1451
	Metodo di prova	Metodo di prova	Metodo di prova	Metodo di prova
■ Resistenza all'urto	EN 744 (a 0°C)	EN 744 (a 0°C)	NP	EN 744 (a 0°C per PP-C e 23°C per PP-H)
■ Prova di caduta	EN 12061 (a 0°C)	EN 12061 (a 0°C)	NP	NP
■ Temperatura di rammollimento (Vicat)	EN 727	EN 727	NP	NP
■ Rigidità anulare	NP		EN ISO 9969	EN ISO 9969
■ Ritiro longitudinale	EN 743	EN 743	EN 743	EN 743
■ Effetto del calore	EN 763	EN 763	EN 763	EN 763
■ Grado di gelificazione	EN 580	EN 580	NP	NP
■ Tenuta all'acqua	EN 1053	EN 1053	EN 1053	EN 1053
■ Marcatura	UNI EN 1329-1	UNI EN 1329-1 e UNI 1453	UNI EN 1519-1	UNI EN 1519-1

### 13.5.3 Idoneità del sistema

<i>Prova</i>	<i>PVC UNI EN 1329</i>	<i>PVC UNI EN 1453</i>	<i>PE UNI EN 1519</i>	<i>PP UNI EN 1451</i>
	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>
■ Tenuta all'acqua	EN 1053	EN 1053	EN 1053	EN 1053
■ Tenuta all'aria	EN 1054	EN 1054	EN 1054	EN 1054
■ Tenuta dei giunti di giunzioni elastomeriche	EN 1277	EN 1277	EN 1277	EN 1277
■ Cicli ad elevata temperatura	EN 1055	EN 1055	EN 1055	EN 1055
■ Tenuta a lungo termine delle guarnizioni in TPE	EN 1989	EN 1989	EN 1989	EN 1989

### 13.6 Norma UNI EN 1852 - Tubi in Polipropilene (PP)

La presente scheda riassuntiva intende fornire esclusivamente un sunto delle informazioni di carattere generale sulle varie tipologie e metodologie di prova previste per l'applicazione in oggetto; per informazioni dettagliate sulle tipologie e frequenze di prova o comunque per informazioni di dettaglio si rimanda comunque alle specifiche norme di riferimento in vigore.

- Parte 1: Generalità
- Parte 2: Tubi
- Parte 3: Raccordi
- Parte 4: valvole ed attrezzature ausiliarie
- Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema
- Parte 6: Guida per l'istallazione (sperimentale)
- Parte 7: Guida per la valutazione della conformità (sperimentale)

#### *Scopo e campo di applicazione:*

la norma specifica i requisiti per i tubi, i raccordi ed il sistema di tubazioni di polipropilene nel campo degli scarichi interrati e delle fognature non in pressione nelle seguenti applicazioni:

- all'esterno della struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U");
- sia interrati entro la struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "D") che all'esterno della struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U");
- per le tubazioni idonee per entrambe le applicazioni viene assunto il codice "UD".

#### 13.6.1 La materia prima

Il materiale con cui sono costruite le tubazioni (tubi e raccordi) deve essere una composizione di:

- polipropilene omopolimero (PP-H)
  - polipropilene a blocchi (PP-B)
  - polipropilene copolimero random (PP-R)
- cui sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitarne la produzione.

Il materiale deve essere valutato secondo la norma UNI EN 921 al fine di determinare la resistenza alla pressione a lungo termine per 140h e 1000h.

*La gamma dimensionale (UNI ENV 1852-2):*

La norma prevede tubazioni a giunzione elastomerica, con guarnizioni conformi alla norma EN 681 e a giunzione con anello di ritenuta.

- S 16 dal DN 110 al DN 2000
- S 14 dal DN 110 al DN 2000
- S 11,2 dal DN 110 al DN 1600

Accorpabili nei seguenti:

- gruppi di diametri
  - gruppo 1 dal DN 110 mm al DN 200
  - gruppo 2 dal DN 250 mm al DN 500
  - gruppo 3 dal DN 710 mm al DN 2000
- gruppi di figure (raccordi)
  - gruppo 1: curve
  - gruppo 2: derivazioni
  - gruppo 3: altri tipi di raccordi

ai fini della verifica della conformità ai requisiti di norma (ENV parte 2).

*Le prove:*

TT (prove di tipo) = Prove effettuate per verificare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio siano adatti a soddisfare i requisiti forniti nella norma.

AT (prove di verifica) = Prove effettuate dall'organismo di certificazione o per suo conto per confermare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio restino conformi ai requisiti forniti nella norma e per fornire informazioni necessarie a valutare l'efficacia del sistema qualità.

BRT (prove di rilascio del lotto) = Prove effettuate dal fabbricante su una partita di componenti che deve essere completata in modo soddisfacente prima che la partita sia messa in spedizione.

PVT (prove di verifica del processo) = Prove effettuate dal fabbricante sui materiali, componenti, giunti o assemblaggi a intervalli specificati per confermare che il processo continua ad essere in grado di produrre componenti conformi ai requisiti riportati nella norma.

NP = non previsto

### Caratteristiche dei tubi e del materiale [UNI EN 1852-1 e 2]

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Resistenza alla pressione interna a 140h e 1000h	EN 921	X	X	X	NP
■ Aspetto	UNI EN 1852-1	X	X	NP	X
■ Colore	UNI EN 1852-1	X	X	NP	X
■ Dimensioni	UNI EN 1852-1 ed EN 496	X	X	NP	X
■ Resistenza all'urto a 0°C	EN 744	X	X	NP	X
■ Rigidità anulare	EN 29696	X	X	X	NP
■ Ritiro longitudinale	EN 743	X	X	NP	X
■ Marcatura	UNI EN 1852-1	X	X	NP	X

### Caratteristiche dei raccordi e del materiale [UNI EN 1852-1 e 2]

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Resistenza alla pressione interna a 140h e 1000h	EN 921	X	X	X	NP
■ Aspetto	UNI EN 1852-1	X	X	NP	X
■ Colore	UNI EN 1852-1	X	X	NP	X
■ Dimensioni	UNI EN 1852-1 ed EN 496	X	X	NP	X
■ Resistenza meccanica o flessibilità	EN 12256	NP	X	X	NP
■ Prova di caduta a 0°C	EN 12061	X	X	X	NP
■ Effetto del calore	EN 763	X	X	NP	X
■ Tenuta all'acqua	EN 1053	NP	X	NP	X
■ Marcatura	UNI EN 1852-1	NP	X	NP	NP

### Caratteristiche di idoneità all'impiego del sistema [UNI EN 1852-1- e 2]

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>TT</i>	<i>AT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Tenuta dei giunti con guarnizione elastomerica	EN 1277	X	X	X	NP
■ Cicli ad elevata temperatura	EN 1055	X	X	X	NP
■ Prestazioni a lungo termine delle guarnizioni in TPE	EN 1989	X	X	X	NP

## La guida per l'installazione [ENV 1852-3]

La norma ENV 1852 parte 3 (sperimentale) unitamente alle norme prENV 1046:2000 e prENV 1610:1997 fornisce pratiche raccomandazioni per l'installazione di tubi e raccordi in polipropilene quando utilizzati nei sistemi di tubazioni per scarichi interrati e fognature non in pressione nelle seguenti applicazioni:

- all'esterno della struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U");
- sia interrati entro la struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "D") che all'esterno della struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U");
- per le tubazioni idonee per entrambe le applicazioni viene assunto il codice "UD".

### 13.7 Sistemi di tubazioni a parete strutturata per fognatura e scarichi interrati non in pressione: Tubazioni in PVC-U — PP — PE — Progetto di Norma prEN 13476 [UNI 10968]

La presente scheda riassuntiva intende fornire esclusivamente un sunto delle informazioni di carattere generale sulle varie tipologie e metodologie di prova previste per l'applicazione in oggetto; per informazioni dettagliate sulle tipologie e frequenze di prova o comunque per informazioni di dettaglio si rimanda comunque alle specifiche norme di riferimento in vigore.

- Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema – Settembre 2002
- Parte 2: Guida per la valutazione della conformità (standard tecnico) – Settembre 2002
- Parte 3: Guida per l'installazione (standard tecnico) – Settembre 2002

#### *Scopo e campo di applicazione:*

la norma specifica i requisiti per i tubi, i raccordi ed il sistema di tubazioni di poli cloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polietilene (PE) e polipropilene (PP) a parete strutturata nel campo degli scarichi interrati e delle fognature non in pressione nelle seguenti applicazioni:

- all'esterno della struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U");
- sia interrati entro la struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "D") che all'esterno della struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U");
- per le tubazioni idonee per entrambe le applicazioni viene assunto il codice "UD".

#### 13.7.1 La materia prima

Il materiale con cui sono costruite le tubazioni (tubi e raccordi) deve essere una composizione (compound) di:

- poli cloruro di vinile non plastificato (PVC-U);
- polietilene (PP);
- polipropilene (PP),
- cui sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitarne la produzione.

Il materiale deve essere valutato secondo la norma UNI EN 921 al fine di determinare la resistenza alla pressione a lungo termine per:

- 1000h a 60°C (PVC-U);
- 140h a 80°C e 1000h a 95°C (PP);
- 165h e 1000h a 80°C (PE).

*La gamma dimensionale (prEN 13476-1):*

La norma prevede tubazioni a giunzione elastomerica, con guarnizioni conformi alla norma EN 681, a giunzione ad incollaggio, con giunzioni fuse o saldate, accorpabili nei seguenti:

- gruppi di diametri ai fini del campionamento:
  - gruppo 1 DN/OD dal DN 110 mm al DN 200; DN /ID dal DN 100 al DN 180;
  - gruppo 2 DN/OD > DN 200 mm al DN 500; DN /ID > DN 180 al DN 560;
  - gruppo 3 DN/OD > DN 500 mm al DN 1200; DN /ID > DN 560 al DN 1200
- gruppi di figure (raccordi) ai fini del campionamento:
  - gruppo 1: curve
  - gruppo 2: derivazioni
  - gruppo 3: altri tipi di raccordi
- gruppi di diametri DN commerciali:
  - SN 2 dal DN 500 al DN 1200
  - SN 4 dal DN 110 al DN 1200
  - SN 8 dal DN 110 al DN 1200
  - SN 16 dal DN 110 al DN 1200

*Le prove:*

TT (prove di tipo) = Prove effettuate per verificare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio siano adatti a soddisfare i requisiti forniti nella norma.

AT (prove di verifica) = Prove effettuate dall'organismo di certificazione o per suo conto per confermare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio restino conformi ai requisiti forniti nella norma e per fornire informazioni necessarie a valutare l'efficacia del sistema qualità.

BRT (prove di rilascio del lotto) = Prove effettuate dal fabbricante su una partita di componenti che deve essere completata in modo soddisfacente prima che la partita sia messa in spedizione.

PVT (prove di verifica del processo) = Prove effettuate dal fabbricante sui materiali, componenti, giunti o assemblaggi a intervalli specificati per confermare che il processo continua ad essere in grado di produrre componenti conformi ai requisiti riportati nella norma.

NP = Non previsto



### Caratteristiche del materiale [prEN 13476-1 e UNI 10968]

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>PVC</i>	<i>PP</i>	<i>PE</i>
■ Resistenza alla pressione interna a 1000h (PVC-U, PP, PE)	EN 921	X	X	X
■ Contenuto di PVC	EN 1905	X	X	X
■ Indice di fluidità	ISO 1133	NP	X	X
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	X
■ Massa volumica	ISO 1183	NP	NP	X

\* = Secondo appendice del prEN 13476-1

### Caratteristiche dei tubi [prCEN/TS 13476-2 (UNI 10968)]

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Materiale</i>	<i>AT</i>	<i>TT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Indice di fluidità	ISO 1133	PP-PE	NP	X	NP	NP
■ Resistenza alla pressione interna	EN 921	Tutti	X	X	X	NP
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	PP-PE	X	X	NP	NP
■ Massa volumica	ISO 1183	Tutti	X	X	NP	NP
■ Aspetto	PrEN 13476-1 e UNI 10968	Tutti	X	X	NP	X
■ Colore	PrEN 13476-1 e UNI 10968	Tutti	X	X	NP	X
■ Dimensioni	EN ISO 3126	Tutti	X	X	NP	X
■ Grado Vicat	EN 727	PVC	X	X	NP	NP
■ Grado di gelificazione	EN 580	PVC	X	X	NP	NP
■ Ritiro longitudinale	EN 743	Tutti	X	X	NP	X
■ Comportamento a caldo	ISO 12091	Tutti	X	X	NP	X
■ Resistenza all'urto	EN 744	Tutti	X	X	NP	X
■ Flessibilità anulare	EN 1446	Tutti	X	X	NP	X
■ Rigidità anulare	EN ISO 9969	Tutti	X	X	NP	X
■ Rapporto di deformazione plastica	EN ISO 9967	Tutti	X	X	NP	NP
■ Resistenza a trazione della linea di giunzione	EN 1979	Tutti	X	X	NP	X
■ Marchiatura	PrEN 13476 e UNI 10968	Tutti	X	X	NP	X

### Caratteristiche dei raccordi [prEN 13476-2 (UNI 10968)]

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Materiale</i>	<i>AT</i>	<i>TT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Indice di fluidità	ISO 1133	PP-PE	NP	X	NP	NP
■ Resistenza alla pressione interna	EN 921	Tutti	X	X	X	NP
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	PP-PE	X	X	NP	NP
■ Massa volumica	ISO 1183	Tutti	X	X	NP	NP
■ Aspetto	PrEN 13476-1 e UNI 10968	Tutti	X	X	NP	X
■ Colore	PrEN 13476-1 e UNI 10968	Tutti	X	X	NP	X
■ Dimensioni	EN ISO 3126	Tutti	X	X	NP	X
■ Grado Vicat	EN 727	PVC	X	X	NP	NP
■ Comportamento a caldo	EN 763	Tutti	X	X	X	X
<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Materiale</i>	<i>AT</i>	<i>TT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Resistenza all'urto	EN 12061	Tutti	X	X	NP	NP
■ Flessibilità o resistenza meccanica	EN 12256	Tutti	X	X	X	NP
■ Rigidità anulare	ISO 13967	Tutti	X	X	NP	NP
■ Tenuta all'acqua	EN 1053	Tutti	NP	NP	NP	X
■ Marchiatura	PrEN 13476 e UNI 10968	Tutti	X	X	NP	NP

### Caratteristiche di idoneità all'impiego del sistema [prEN 13476 (UNI 10968)-1- e 2]

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>AT</i>	<i>TT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Tenuta dei giunti con guarnizione elastomerica	EN 1277	X	X	X	NP
■ Cicli ad elevata temperatura	EN 1055	X	X	X	NP
■ Resistenza ai cicli ad elevata temperatura combinati con carico esterno	EN 1437	X	X	NP	NP
■ Prestazioni a lungo termine delle guarnizioni in TPE	EN 1989	X	X	X	NP
■ Resistenza a trazione per i giunti saldati	EN 1979	X	X	X	NP

## La guida per l'installazione [ENV 13476 [UNI 10968]-3]

La norma prCEN/TS 13476 parte 3 unitamente alle norme prENV 1046:2000 e prENV 1610:1997 fornisce pratiche raccomandazioni per l'installazione di tubazioni a parete strutturata in poli cloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polietilene (PE) e polipropilene (PP) a parete strutturata nel campo degli scarichi interrati e delle fognature non in pressione nelle seguenti applicazioni:

- all'esterno della struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U");
- sia interrati entro la struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "D") che all'esterno della struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U");
- per le tubazioni idonee per entrambe le applicazioni viene assunto il codice "UD".

### 13.7 Sistemi di tubazioni per condotte di scarico interrate non in pressione: progetto di Norma prEN 12666 - Tubi in Polipropilene (PP)

La presente scheda riassuntiva intende fornire esclusivamente un sunto delle informazioni di carattere generale sulle varie tipologie e metodologie di prova previste per l'applicazione in oggetto; per informazioni dettagliate sulle tipologie e frequenze di prova o comunque per informazioni di dettaglio si rimanda comunque alle specifiche norme di riferimento in vigore.

- Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema
- Parte 2: Guida per la valutazione della conformità (sperimentale)
- Parte 3: Guida per l'installazione (sperimentale)

#### *Scopo e campo di applicazione:*

la norma specifica i requisiti per i tubi, i raccordi ed il sistema di tubazioni di polietilene (PE) nel campo degli scarichi interrati e delle fognature non in pressione nelle seguenti applicazioni:

- all'esterno della struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U");
- sia interrati entro la struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "D") che all'esterno della struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U");
- per le tubazioni idonee per entrambe le applicazioni viene assunto il codice "UD".

#### 13.7.1 La materia prima

Il materiale con cui sono costruite le tubazioni (tubi e raccordi) deve essere costituita da materiale di base polietilene cui sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitarne la produzione.

Il materiale deve essere valutato secondo la norma EN 921 al fine di determinare la resistenza alla pressione a lungo termine per 1h a 20°C e 165h e 1000h a 80°C.

#### *La gamma dimensionale (prENV 12666-2):*

La norma prevede tubazioni ad estremità liscia, a giunzione elastomerica (con guar-

nizzazioni conformi alla norma EN 681), per giunti per fusione testa-testa, per giunti ad elettrofusione e per giunti meccanici.

Le classi dimensionali delle tubazioni sono accorpabili nei seguenti:  
serie di spessori di parete

- S 16 dal DN 250 al DN 1600
- S 12,5 dal DN 110 al DN 1600
- S 10 dal DN 110 al DN 1200
  - gruppi di diametri
    - gruppo 1 dal DN 110 al DN 200
    - gruppo 2 dal DN 250 al DN 500
    - gruppo 3 dal DN 630 al DN 1000
    - gruppo 4 dal DN 1200 al DN 1600
  - gruppi di figure (raccordi)
    - gruppo 1: curve
    - gruppo 2: derivazioni
    - gruppo 3: altri tipi di raccordi

ai fini della verifica della conformità ai requisiti di norma (ENV parte 2).

*Le prove:*

TT (prove di tipo) = Prove effettuate per verificare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio siano adatti a soddisfare i requisiti forniti nella norma

AT (prove di verifica) = Prove effettuate dall'organismo di certificazione o per suo conto per confermare che il materiale, i componenti, il giunto o l'assemblaggio restino conformi ai requisiti forniti nella norma e per fornire informazioni necessarie a valutare l'efficacia del sistema qualità.

BRT (prove di rilascio del lotto) = Prove effettuate dal fabbricante su una partita di componenti che deve essere completata in modo soddisfacente prima che la partita sia messa in spedizione.

PVT (prove di verifica del processo) = Prove effettuate dal fabbricante sui materiali, componenti, giunti o assemblaggi a intervalli specificati per confermare che il processo continua ad essere in grado di produrre componenti conformi ai requisiti riportati nella norma.

NP = Non previsto

### Caratteristiche dei tubi e del materiale (prEN 12666-1 e 2)

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>AT</i>	<i>TT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Indice di fluidità	ISO 1133	X	X	X	NP
■ Resistenza alla pressione interna a 1h – 165h e 1000h	EN 921	X	X	X	NP
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	X	NP
■ Aspetto	prEN 12666-1	X	X	NP	X
■ Colore	prEN 12666-1	X	X	NP	X
■ Dimensioni	prEN 12666-1 ed EN ISO 3126	X	X	NP	X
■ Rigidità anulare	EN ISO 9969	X	X	X	NP
■ Ritiro longitudinale	EN 743	X	X	NP	X
■ Marcatura	prEN 12666-1	X	X	NP	X

### Caratteristiche dei raccordi e del materiale (prEN 12666-1 e 2)

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>AT</i>	<i>TT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Indice di fluidità	ISO 1133	X	X	X	NP
■ Resistenza alla pressione interna a 1h – 165h e 1000h	EN 921	X	X	X	NP
■ Stabilità termica (O.I.T.)	EN 728	NP	X	X	NP
■ Aspetto	prEN 12666-1	X	X	NP	X
■ Colore	prEN 12666-1	X	X	NP	X
■ Dimensioni	prEN 12666-1 ed EN ISO 3126	X	X	NP	X
■ Effetto del calore	EN 763	X	X	X	NP
■ Flessibilità o resistenza meccanica	EN 12256	NP	X	X	NP
■ Tenuta all'acqua	EN 1053	NP	X	NP	NP
■ Marcatura	prEN 12666-1	X	X	NP	X

### Caratteristiche di idoneità all'impiego del sistema (prEN 12666-1 e 2)

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>AT</i>	<i>TT</i>	<i>PVT</i>	<i>BRT</i>
■ Tenuta dei giunti con guarnizione elastomerica	EN 1277	X	X	NP	NP
■ Cicli ad elevata temperatura	EN 1055	X	X	NP	NP
■ Prestazioni a lungo termine delle guarnizioni in TPE	EN 1989	X	X	NP	NP

## La guida per l'installazione (prENV 12666-3)

Il progetto di norma prENV 12666 parte 3 (sperimentale) unitamente alle norme ENV 1046:2000 e UNI EN 1610:1997 fornisce pratiche raccomandazioni per l'installazione di tubi e raccordi in polietilene nel campo degli scarichi (alta e bassa temperatura) sia all'interno della struttura degli edifici o all'esterno fissati al muro (codice dell'area di applicazione "U") che nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (codice dell'area di applicazione "U") e destinati all'utilizzo per gli scopi seguenti:

- tubazioni di scarico per deflusso delle acque di scarico domestiche (a bassa ed alta temperatura);
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio.

A titolo informativo, come utile strumento per la posa in opera delle condotte in PE, si può fare riferimento anche alla raccomandazione IIP n° 11 sulla installazione di tubazioni di PE per condotte di scarico interrato, subacquee e industriali non in pressione (secondo UNI 7613).

### 13.8 Confronto delle caratteristiche previste per le tubazioni per scarichi interrati non in pressione

Il presente confronto tra le varie norme di riferimento intende fornire esclusivamente informazioni di carattere generale sulle varie tipologie e metodologie di prova previste per lo stesso campo di applicazione; per informazioni di dettaglio sulle frequenze di prova per tipologia di materiale si rimanda comunque alla specifiche norme di riferimento in vigore.

#### 13.8.1 Materia prima

<i>Prova</i>	<i>PVC UNI EN 1401</i>	<i>PE prEN 12666</i>	<i>PE UNI 7613</i>	<i>PP EN 1852</i>	<i>prEN 13476 e UNI 10986</i>
	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>
■ Contenuto di PVC	EN 1905	NP	NP	NP	Appendice al prEN 13476 e UNI 10986
■ Resistenza alla pressione interna	EN 921 (a 1000h)	EN 921 (165h-80°C)	NP	EN 921 (a 140h e 1000h)	EN 921 (a 165h, 140h e 1000h)
■ Indice di fluidità	NP	ISO 1133	NP	NP	ISO 1133
■ Stabilità termica (O.I.T.)	NP	EN 728	NP	NP	EN 728
■ Massa volumica	NP		NP	NP	ISO 1183

## 13.8.2 Tubi e raccordi

<i>Prova</i>	<i>PVC UNI EN 1401</i>	<i>PE prEN 12666</i>	<i>PE UNI 7613</i>	<i>PP EN 1852</i>	<i>prEN 13476 e UNI 10986</i>
	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>
■ Resistenza alla pressione interna	EN 921 (a 1000h)	EN 921 (a 1h – 165h e 1000h)	UNI 7615 (a 1h – 170h)	EN 921 (a 140h e 1000h)	EN 921 (a 165, 140h e 1000h)
■ Aspetto	UNI EN 1401-1	prEN 12666	UNI 7615	PREN 13476 ed UNI 10986	PREN 13476 ed UNI 10986
■ Colore	UNI EN 1401-1	pPrEN 12666	UNI 7615	PREN 13476 ed UNI 10986	PREN 13476 ed UNI 10986
■ Dimensioni	UNI EN 1401-1 ed EN 496	pPrEN 12666 ed EN ISO 3126	UNI 7615	PREN 13476 ed UNI 10986 ed EN 496	PREN 13476 ed UNI 10986 ed EN ISO 3126
■ Indice di fluidità	NP	ISO 1133	NP	NP	ISO 1133
■ Stabilità termica (O.I.T.)	NP	EN 728	NP	NP	EN 728
■ Massa volumica	NP	NP	NP	NP	ISO 1183
■ Contenuto di nerofumo	NP	NP	UNI 7615	NP	NP
<i>Prova</i>	<i>PVC UNI EN 1401</i>	<i>PE prEN 12666</i>	<i>PE UNI 7613</i>	<i>PP EN 1852</i>	<i>prEN 13476 e UNI 10986</i>
	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>
■ Resistenza all'urto a 0°C	EN 744		NP	EN 744	EN 744
■ Resistenza meccanica o felessibilità	EN 12256	EN 12256	NP	EN 12256	EN 12256
■ Rigidità anulare	NP	EN ISO 9969	NP	EN 29696	EN ISO 9969
■ Rigidità	NP	NP	NP	NP	EN ISO 13967
■ Flessibilità anulare	NP	NP	NP	NP	EN 1446
■ Prova di caduta a 0°C	EN 12061	NP	NP	EN 12061	NP
■ Temperatura di rammollimento (Vicat)	EN 727	NP	NP	NP	EN 727
<i>Prova</i>	<i>PVC UNI EN 1401</i>	<i>PE prEN 12666</i>	<i>PE UNI 7613</i>	<i>PP EN 1852</i>	<i>prEN 13476 e UNI 10986</i>
	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Metodo di prova</i>
■ Ritiro longitudinale	EN 743	EN 743	UNI 7615	EN 743	EN 743
■ Prova in stufa	NP	NP	NP	NP	ISO 12091
■ Effetto del calore	EN 763	EN 763	NP	EN 763	EN 763
■ Grado di gelificazione	EN 580		NP	NP	EN 580
■ Tenuta all'acqua	EN 1053	EN 1053	NP	EN 1053	EN 1055
■ Tenuta idraulica dei giunti	NP	NP	UNI 7615	NP	NP
■ Resistenza a trazione della linea di giunzione	NP	NP	NP	NP	EN 1979
■ Rapporto di deformazione plastica	NP	NP	NP	NP	EN ISO 9969
■ Marcatura	UNI EN 1401-1	prEN 12666	UNI 7613	PREN 13476 ed UNI 10986	PREN 13476 ed UNI 10986

### 13.8.3 Idoneità del sistema

■ Tenuta dei giunti con guarnizione elastomerica	EN 1277	EN 1277	NP	EN 1277	EN 1277
■ Prova a trazione della saldatura	NP	NP	NP	NP	EN 1979
■ Cicli ad elevata temperatura	EN 1055	EN 1055	NP	EN 1055	EN 1055
■ Resistenza ai cicli termici ad alta temperatura combinati con carico esterno	NP	NP	NP	NP	EN 1437
■ Prestazioni a lungo termine delle guarnizioni in TPE	EN 1989	EN 1989	NP	EN 1989	EN 1989

### 13.9 Norma UNI EN ISO 15874

La presente scheda riassuntiva intende fornire esclusivamente un sunto delle informazioni di carattere generale sulle varie tipologie e metodologie di prova previste per l'applicazione in oggetto; per informazioni dettagliate sulle tipologie e frequenze di prova o comunque per informazioni di dettagli si rimanda comunque alle specifiche norme di riferimento in vigore.

#### *Scopo e campo di applicazione:*

La norma specifica i requisiti per i tubi estrusi con polipropilene (omopolimero e copolimero) opportunamente stabilizzato, nel campo delle condotte alimentari e non anche in presenza di liquidi aggressivi.

#### 13.9.1 La materia prima

Il materiale con cui sono costruite le tubazioni deve essere costituita da materiale di base polipropilene opportunamente stabilizzato cui sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitarne la produzione.

#### *La gamma dimensionale:*

La norma prevede tubazioni ad estremità liscia, per giunti per fusione testa-testa e per giunti ad elettrofusione dal DN 10 al DN 1400 per le classi di pressione PN 2,5-4-6-10 e 16.

#### *Le prove:*

PA (prove di accettazione) = destinate a seguire con continuità il rispetto di alcuni parametri fondamentali dei prodotti; devono poter essere effettuate in modo facile e rapido per poter correggere nel minor tempo possibile la produzione.

PT (prove di tipo) = Destinate a garantire che il prodotto resti conforme alle sue caratteristiche iniziali; devono essere effettuate ogni qual volta intervenga una variazione della materia prima o dopo della formulazione del processo di produzione.

PS (prove di sistema o di comportamento) = destinate a garantire, quando richiesto dall'utilizzatore, l'attitudine alle condizioni di impiego di parti componenti, singolarmente prese o montate assieme in un sistema, o a garantire un sistema nel suo complesso.

NP = non previsto



## Caratteristiche dei tubi e del materiale

<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>PA</i>	<i>PT</i>	<i>PS</i>
■ Massa volumica	*	NP	NP	NP
■ Carico di snervamento	*	NP	NP	NP
■ Allungamento a snervamento	*	NP	NP	NP
■ Modulo di elasticità	*	NP	NP	NP
■ Resistenza elettrica superficiale	*	NP	NP	NP
■ Indice di fluidità	*	NP	NP	NP
■ Conduttività termica	*	NP	NP	NP
■ Coefficiente di dilatazione termica	*	NP	NP	NP
■ Aspetto	*	X	NP	NP
■ Colore	*	X	NP	NP
■ Dimensioni	*	X	NP	NP
■ Resistenza alla pressione interna a 1h	*	X	NP	NP
■ Resistenza alla pressione interna a 1000h	*	NP	X	NP
<i>Prova</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>PA</i>	<i>PT</i>	<i>PS</i>
■ Tensioni interne	*	X	NP	NP
■ Tenuta idraulica dei giunti	*	X	NP	NP
■ Marcatura	*	X	NP	NP
* = Caratteristiche fornite dalla norma solo a titolo di riferimento generale per la materia prima				

# Bibliografia

1. AA.VV., Sistemi di Fognatura - Manuale di progettazione, ed. Hoepli;
2. Acquedotti e Fognature, Le nuove condotte in PVC, 2003;
3. Appunti del Corso di Infrastrutture idrauliche, Prof. P. Mosca, Politecnico di Torino, A.A. 2002-03;
4. Citrini D., Nosedà G., Idraulica, Casa editrice ambrosiana Milano;
5. Franchioni G., Tubazioni a prova di terremoto, Seleplast, 12, 1990;
6. Ghetti A., Idraulica, Edizioni libreria Cortina Padova, 1998;
7. Il rispetto dell'ambiente, AIPE
8. Installazione delle fognature di PVC, I.I.P., 2002;
9. Installazione di acquedotti di PVC, I.I.P., 1977;
10. Manuale tecnico dei tubi in polietilene;
11. Manuale tecnico – scarichi a incollaggio in PVC, 2004;
12. Manual tecnico conducciones de PVC (ASE Tub);
13. Monte A., Elementi di impianti industriali, vol.II;
14. Norme UNI EN 1452-1, 1452-2, 1452-6;
15. Norme UNI EN 1401-1, 1401-2, 1402-3;
16. Paolini, Impianti industriali meccanici;
17. Perucca E., Camporeale C., Ridolfi, L.(2005), Nonlinear analysis of the geometry of meandering rivers, Geophysical Research Letters 32, L03402, doi: 10.1029/2004GL021966;
18. Pipeline construction using plastic pipe systems, NPG;
19. Pipe materials selection manual, Water authorities association, Water mains, UK Editions, 1998;
20. Scopriamo insieme il PVC, Edizioni Tecniche Assoplast, 1988;
21. STR PVC, Syndicat des tubes et raccords PVC;
22. S. Tornicasa, Disegno di impianti e sistemi industriali, CLUT;
23. Vademecum per il Sistema Sicuro degli scarichi;
24. G. Vidotto, Mercato italiano e qualità dei tubi e raccordi in material plastica utilizzati per il trasporto di gas e acque, I.I.P.





