



VIA RANGO, 58  
25065 LUMEZZANE BS ITALIA  
T +39 030 8920992  
F +39 030 8921739  
WWW.PRANDELLI.COM  
PRANDELLI@PRANDELLI.COM



SISTEMA PER IMPIANTI IDROTERMOSANITARI





EDIZIONE 2: novembre 2008



## INTRODUZIONE



**PREMESSA** *Il **TUBORAMA** é un tubo in polietilene reticolato rispondente alla norma UNI EN ISO 15875 adatto alla realizzazione delle moderne installazioni idrotermosanitarie.*

*L'elevato standard qualitativo della materia prima impiegata e l'affidabilità del processo tecnologico, fanno del **TUBORAMA** un prodotto che risponde con grande efficacia alle più diverse esigenze impiantistiche.*

*La realizzazione delle giunzioni mediante raccordi meccanici a stringere in ottone, rende inoltre particolarmente semplice la tecnica installativa, che non richiede perciò un'attrezzatura di lavoro specifica.*

*La gamma dimensionale a disposizione consente all'installatore di realizzare svariate tipologie di impianti, quali ad esempio:*

- idrotermosanitari*
- aria compressa*
- sostanze alimentari*
- impianti industriali (compatibilmente con la resistenza chimica del fluido convogliato).*

### INDICE ARGOMENTI

1. GENERALITÀ	pag. 4
2. PROPRIETÀ DEL TUBORAMA	pag. 6
3. CAMPI DI APPLICAZIONE	pag. 8
4. DIMENSIONE DEI TUBI	pag. 9
5. CAMPI DI IMPIEGO	pag. 11
6. RACCORDI	pag. 21
7. GARANZIA	pag. 22
8. LAVORAZIONE	pag. 24
9. RESISTENZA CHIMICA	pag. 31
10. PERDITE DI CARICO	pag. 35
11. ISOLAMENTO TERMICO	pag. 37
12. TECNICA INSTALLATIVA	pag. 38
13. AVVERTENZE	pag. 44
14. IL COLLAUDO DELL'IMPIANTO	pag. 48



### CARATTERISTICHE DEL POLIETILENE RETICOLATO

PROPRIETA'	METODO DI PROVA	TEMPERATURA DI PROVA	UNITA' DI MISURA	VALORE DI PROVA
Densità	ISO-DIS 1872	-	g/cm <sup>3</sup>	~ 0.95
Carico a rottura	DIN 53455	+23°C	Kg/mm <sup>2</sup>	2.0 + 2.9
		+100°C	Kg/mm <sup>2</sup>	1.0 + 1.9
Allungamento a rottura	DIN 53455	+23°C	%	170 + 250
		+100°C	%	300 + 500
Modulo di elasticità	DIN 53457	0°C	Kg/cm <sup>2</sup>	15.000
		80°C	Kg/cm <sup>2</sup>	5.000
Resistenza all'urto	B.S.	-150°C	Kgm/cm <sup>2</sup>	no rottura
		20°C	Kgm/cm <sup>2</sup>	no rottura
Campo di impiego	-	-	°C	-100 +110
Coefficiente lineare di espansione	-	(20°C) (100°C)	°C <sup>-1</sup>	1.5 x 10 <sup>-4</sup>
Temperatura di rammollimento	-	-	°C	135
Coefficiente di conduttività termica (λ)	-	-	Kcal/hm°C	0.38
Resistività di volume	BS2782-202B	20°C	ohm • cm	> 1 x 10 <sup>16</sup>

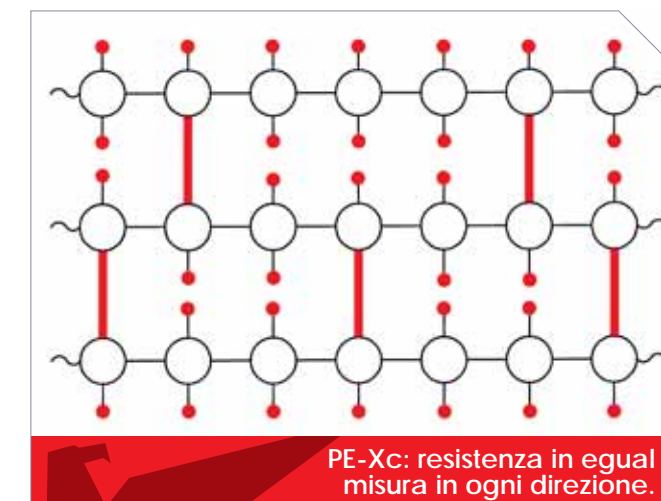
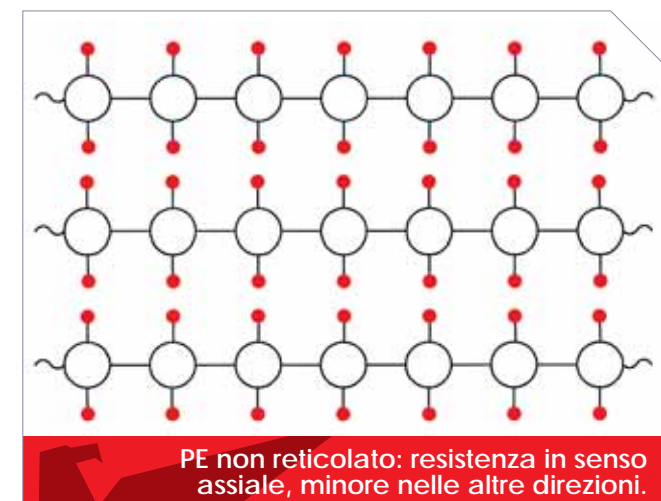
### RETICOLAZIONE

Il polietilene é costituito da macromolecole a sviluppo lineare che, in seguito alla "reticolazione", vengono tra loro agganciate da legami trasversali.

Segnaliamo che la norma UNI EN ISO 15875, a seconda del processo di reticolazione adottato, richiede i seguenti valori minimi del grado di reticolazione:

PE-Xa	Metodo a perossidi	≥ 70%
PE-Xb	Metodo a silani	≥ 65%
PE-Xc	Metodo a raggi elettronici	≥ 60%

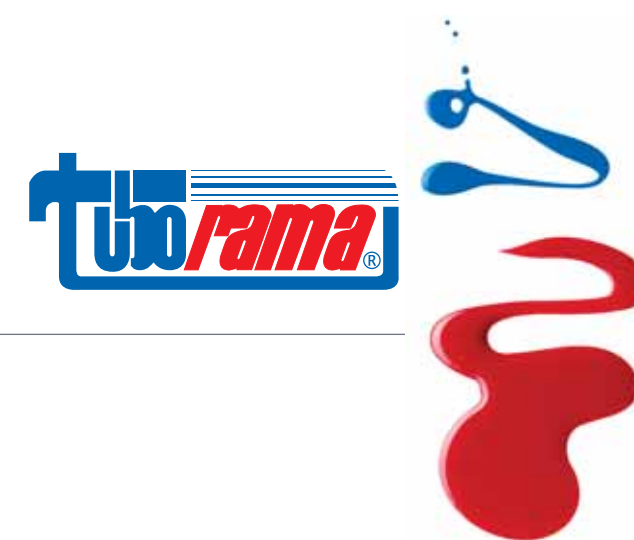
Rispettando i suddetti limiti vengono garantiti elevati valori della resistenza meccanica, termica e chimica ed il **TUBORAMA é in grado** in tal modo di trasportare **acqua fredda e calda in pressione**, per lunghi periodi di tempo.



○ Carbonio ● Idrogeno | Legami fra le molecole

La reticolazione conferisce inoltre al tubo una proprietà denominata **MEMORIA TERMICA**, caratteristica specifica ed esclusiva dei tubi in polietilene reticolato.

Questa proprietà consente di poter correggere eventuali errori commessi durante la curvatura del tubo, con l'ausilio di generatori di aria calda.



### RESISTENZA ALLA CORROSIONE ELETTROCHIMICA

Il **TUBORAMA** possiede molteplici caratteristiche che lo rendono un sistema ideale per realizzare impianti moderni e tecnologicamente avanzati.

Il **TUBORAMA** ha una bassissima affinità chimica con svariate sostanze a carattere sia acido che basico. Ciò rende compatibile il contatto con i materiali normalmente utilizzati nell'edilizia, quali la calce o il cemento, senza la necessità di ricorrere a protezioni specifiche (ad eccezione dei raccordi metallici).

In caso di trasporto o contatto con sostanze particolari, Vi invitiamo a verificare la resistenza chimica del Polietilene, consultando l'apposita tabella a pag. 31 del Cap. 9.

Resistività di volume (a 20°C) del TUBORAMA e dei metalli di comune impiego nel campo idrotermosanitario

TUBORAMA	$\rho_{20} > 1 \cdot 10^{16}$	$\Omega \text{ cm}$
Acciaio	$\rho_{20} \approx 0.10 \div 0.25 \cdot 10^{-4}$	$\Omega \text{ cm}$
Ferro puro	$\rho_{20} \approx 0.0978 \cdot 10^{-4}$	$\Omega \text{ cm}$
Rame industriale per condutture	$\rho_{20} \approx 0.017241 \cdot 10^{-4}$	$\Omega \text{ cm}$

### BASSA CONDUTTIVITÀ TERMICA

Considerando la natura del materiale impiegato per produrre il **TUBORAMA**, una delle caratteristiche possedute è il basso coefficiente di conduttività termica.

Appare evidente che, nel contenimento dei consumi energetici, questo fattore diviene molto importante, poiché riduce la dispersione di calore del fluido trasportato.

Conduttività termica del TUBORAMA e dei metalli di comune impiego nel campo idrotermosanitario

TUBORAMA	$\lambda = 0.38$	$\text{kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Acciaio	$\lambda = 40 \div 50$	$\text{kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Ferro	$\lambda = 40 \div 50$	$\text{kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Rame	$\lambda = 260 \div 340$	$\text{kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Ricordiamo inoltre che il basso valore del coefficiente di conduttività termica del **TUBORAMA**, attenua la formazione di condensa sulla superficie esterna dei tubi ed allunga i tempi di trasformazione dell'acqua in ghiaccio, contrariamente a quanto accade con l'impiego dei tubi metallici.

### RESISTENZA ALLE CORRENTI VAGANTI

Il **TUBORAMA** è un cattivo conduttore elettrico e per tale motivo risulta insensibile al fenomeno delle correnti vaganti. Detto fenomeno, tipico in locali aventi forti cariche statiche (laboratori di ricerca scientifica e industriali) o prossimi a linee di alta tensione, genera grossi problemi anche in edifici per abitazione civile, sia sulle reti sanitarie che termiche realizzate con tubi in materiale metallico. Ricordiamo che il fenomeno di perforazione delle condotte, a causa delle correnti vaganti, si esalta quando sulla rete viene effettuata la messa a terra degli elettrodomestici. Per effetto delle caratteristiche del materiale e del suo valore di isolamento acustico, la rumorosità degli impianti viene notevolmente attenuata, anche nell'eventualità della presenza di colpi d'ariete. La materia prima impiegata per la produzione del **TUBORAMA**, è completamente atossica e rispondente alle normative vigenti a livello internazionale.

### BASSA RUMOROSITÀ

### IGIENICITÀ

### BASSA PERDITA DI CARICO

La struttura superficiale del PE-X è molto omogenea, data la mancanza di cricche, porosità e piccole fessurazioni, tipiche delle superfici metalliche impiegate solitamente nelle condotte idriche, e pertanto il **TUBORAMA** ha un coefficiente di attrito molto basso (il PE-X fisicamente viene definito corpo liscio). Questa caratteristica permette di avere flussi d'acqua molto veloci; di conseguenza, si ha un basso valore di perdita di carico, come si può rilevare dai diagrammi alle pagg. 34-35-36.

### DILATAZIONE LINEARE MEMORIA TERMICA

Il coefficiente di dilatazione lineare è  $X = 1,5 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

Tale caratteristica viene ottenuta esclusivamente con la reticolazione. Per memoria termica si intende che il **TUBORAMA**, dopo essere stato riscaldato fino alla temperatura di rammollimento, ritorna sempre alla sua forma originale. Ciò è molto importante nel caso di curvature errate o schiacciamenti, che possono essere facilmente corretti riscaldando il tubo e riportandolo al suo stato iniziale.

### ELEVATA AFFIDABILITÀ NEL TEMPO

In considerazione dei valori di temperatura e pressione riscontrabili negli impianti idrotermosanitari, ed in virtù delle caratteristiche del PE-X, gli impianti realizzati con il **TUBORAMA** hanno una notevole durata nel tempo, paragonabile a quella delle opere murarie stesse.

# 3.

## CAMPI DI APPLICAZIONE

I requisiti di comportamento nel tempo, per i sistemi tubo-raccordo in Pe-X, conformi alla norma UNI EN ISO 15875-1, sono specificati per quattro Classi di Applicazione, come mostrato nel prospetto 1. Ogni Classe è collegata ad un Tipico Campo di Applicazione per un progetto di vita operativo di 50 anni. Ogni Classe deve essere associata con una pressione di esercizio di 4 bar, 6 bar, 8 bar o 10 bar. Indipendentemente dalle Classi di appartenenza e dai Campi di Applicazione, per il convogliamento di acqua a 20°C e per un periodo di 50 anni la pressione di esercizio è di 10 bar.

Per Campi di Applicazione diversi, si rimanda alla consultazione della norma citata o a contattare direttamente l'Assistenza Tecnica della Prandelli SpA.

**Prospetto 1 - Classificazione delle condizioni di servizio**

Classe di applicazione	Temperatura di progetto T <sub>0</sub> °C	Tempo a T <sub>0</sub> anni	T <sub>max</sub> °C	Tempo a T <sub>max</sub> anni	T <sub>mal</sub> °C	Tempo a T <sub>mal</sub> h	Campo tipico di applicazione	
1 <sup>1)</sup>	60	49	80	1	95	100	fornitura di acqua calda (60°C)	
2 <sup>1)</sup>	70	49	80	1	95	100	fornitura di acqua calda(70°C)	
4 <sup>2)</sup>	20	2,5	70	2,5	100	100	Riscaldamento sotto il pavimento e radiatori a bassa temperatura	
	seguito da	40						20
	seguito da	60						25
	seguito da (vedere colonna seguente)	seguito da (vedere colonna seguente)						
5 <sup>2)</sup>	20	14	90	1	100	100	Radiatori ad alta temperatura	
	seguito da	60						25
	seguito da	80						10
	seguito da (vedere colonna seguente)	seguito da (vedere colonna seguente)						

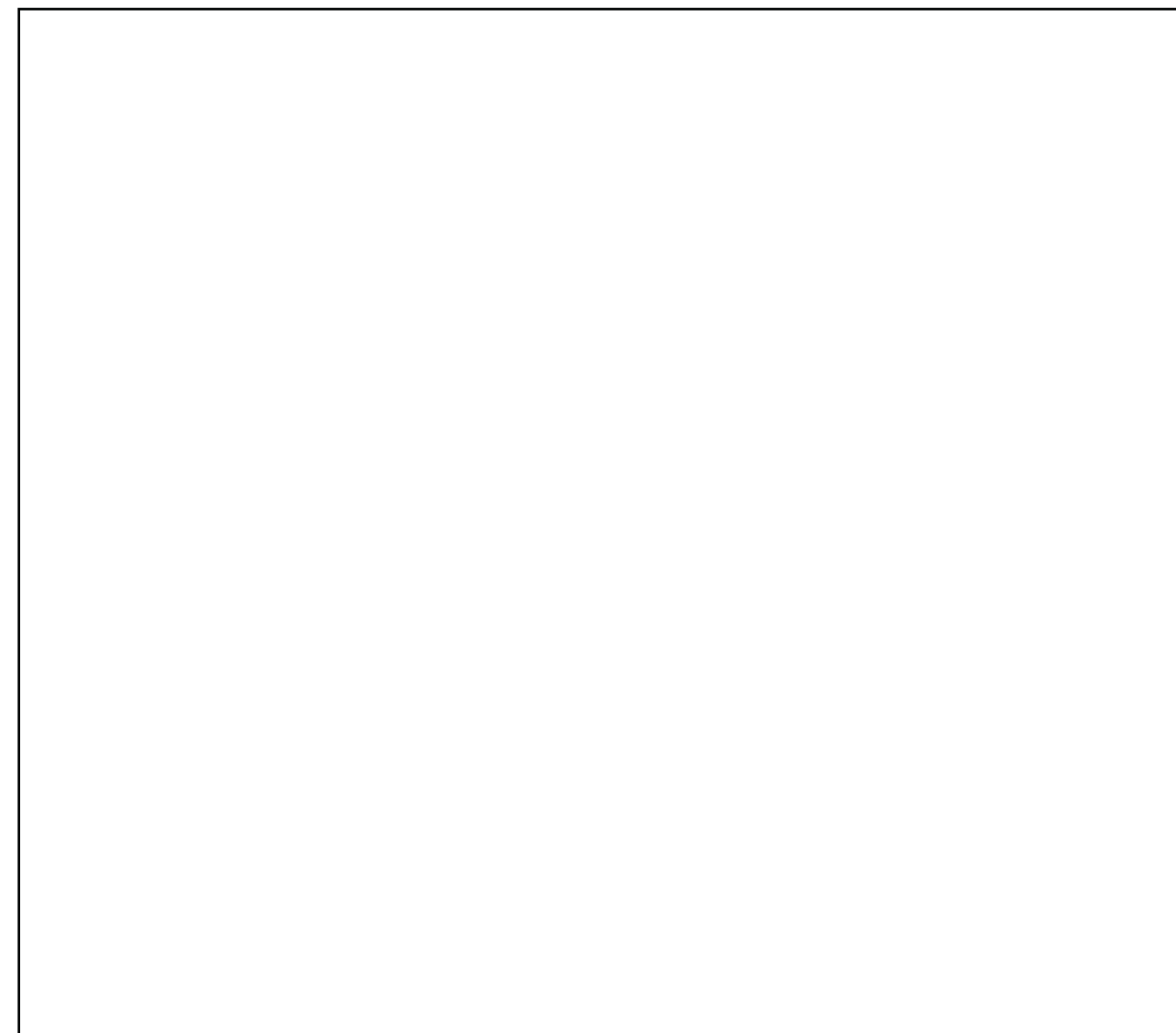
<sup>1)</sup>Una nazione può scegliere la classe 1 o la classe 2 per conformarsi ai propri regolamenti nazionali.

<sup>2)</sup>Quando risultasse più di una temperatura di progetto per ogni classe, i tempi dovrebbero essere aggregati (per esempio il profilo di temperatura di progetto per 50 anni per la classe 5 è: 20° C per 14 anni seguito da 60° C per 25 anni, 80° C per 10 anni, 90° C per 1 anno e 100° C per 100 h).

# 4.

## DIMENSIONI DEI TUBI

Come previsto dalla norma UNI EN ISO 15875-2, nel seguente Prospetto 2 si riportano le dimensioni dei tubi disponibili e la serie S di appartenenza.



# 4.

## DIMENSIONI DEI TUBI

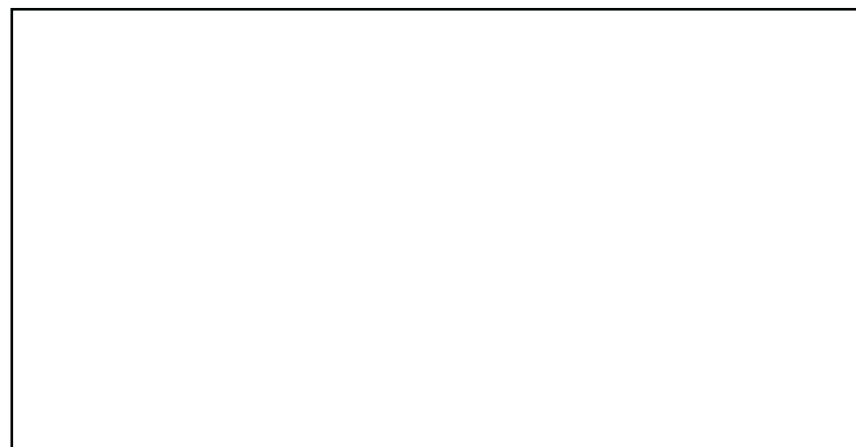
### Scelta delle dimensioni del tubo (serie S)

La norma UNI EN ISO 15875 1-2, fissa la serie S calcolandola in funzione del diametro nominale DN e dello spessore nominale en nel seguente modo:

$$Scalc = (DN - en)/2en$$

Da tale formula appare evidente che, a pari diametro, se lo spessore aumenta, il valore di S diminuisce.

La relazione tra la pressione di progetto PD, le Classi di Applicazione, la Temperatura di progetto TD e la serie massima calcolata Scalc max è data dal Prospetto 3.



Si fa inoltre osservare che i sistemi appartenenti ad una serie S con valore minore sono sempre in grado di sostituire quelli appartenenti a una serie S maggiore; il contrario non vale.

Da tale prospetto si evince che le applicazioni preferenziali sono:

S3,8	Classe 1	PD=10 bar - TD = 60°
S3,5	Classe 2	PD=10 bar - TD = 70°
S5	Classe 4	PD=8 bar - TD = 60°
S5	Classe 5	PD=6 bar - TD = 80°

La dimensione di tubo prescelta dal Prospetto 1 dovrà sempre essere fatta con una serie S minore o al massimo uguale a quella risultante dal Prospetto 3, alle condizioni d'esercizio previste.

# 5.

## CAMPI DI IMPIEGO

### APPLICAZIONE

Il **TUBORAMA**, grazie alla resistenza nei confronti delle sollecitazioni meccaniche e termiche e grazie all'elevata flessibilità che ne facilita la posa in opera, trova impiego in svariate tipologie impiantistiche.

Le principali applicazioni sono:

- impianti sanitari sfilabili a collettore;
- impianti sanitari a collettore;
- impianti sanitari tradizionali;
- impianti termici tradizionali;
- impianti termici a pannelli radianti;
- impianti di condizionamento;
- altri impianti.

### IMPIANTI SANITARI • sfilabili a collettore

Questo tipo di impianti consente l'ispezionabilità ed eventualmente il ripristino dei tratti di tubazione, evitando sostanziali lavori sulle parti murarie.

I singoli tratti di tubazione che, a partire dal collettore, alimentano le utenze, vengono alloggiati in una guaina di adeguato diametro, che permette l'eventuale sostituzione del tubo.

Tale operazione è inoltre subordinata ad una adeguata logica di posa delle tubazioni, che non deve presentare da un lato brusche variazioni di direzione e dall'altro schiacciamenti accidentali della guaina.

### L'elemento base: il tubo in PE-X

L'elemento fondamentale che ha permesso la realizzazione di questo tipo di impianti è il **tubo**, al quale vengono richieste una elevata maneggevolezza ed un'ottima flessibilità.

Il **TUBORAMA** possiede senza alcun dubbio queste prerogative, che gli derivano dalle proprietà intrinseche della materia prima di cui è costituito e dalle tecnologie di estrusione e reticolazione adottate per produrlo. Infatti il **TUBORAMA PE-X** nasce dall'impiego di un Polietilene con elevate caratteristiche prestazionali, già approvato dai maggiori istituti europei ed extraeuropei.



**La guaina** Non meno importante é il compito che deve svolgere **la guaina** in materiale plastico entro cui é inserito il tubo.

A tale guaina é richiesta una notevole elasticità, poiché l'eventuale schiacciamento, dovuto a carichi accidentali, deve annullarsi alla rimozione del carico stesso.

Le sue dimensioni sono state studiate per consentire un agevole inserimento del tubo, nonché per poterla posare sia sotto il pavimento che dentro la parete.

La guaina, infine, svolge anche l'importante ruolo di protezione del tubo nei confronti di eventuali corpi a spigolo vivo.



DIAMETRO Tubo mm	SPESSORE Tubo mm
16	2.2

diametro guaina mm 24.5

**Il collettore di distribuzione**

Per la realizzazione corretta dell'impianto é necessaria la presenza del **collettore di distribuzione**, al quale si allaccia ogni singolo tratto di tubazione. Ciò consente una migliore gestione della portata d'acqua richiesta dalle utenze, in quanto anche un eventuale loro uso contemporaneo, non risulta penalizzato, come invece accade con impianti di tipo tradizionale. Il collettore consente inoltre, qualora se ne presenti la necessità, di escludere un singolo tratto di tubazione per permettere interventi di ripristino, senza bisogno di interrompere il funzionamento dell'intero impianto. Il collettore impiegato nel sistema, oltre a prevedere tre diverse versioni (a 3 - 4 - 5 derivazioni, fra di loro componibili), possiede una appropriata geometria tendente a ridurre l'ingombro esterno e ad assicurare la costanza della sezione interna di passaggio del fluido.



**Le cassette incasso**

Sono previste apposite **cassette incasso**, studiate per l'installazione a muro del collettore stesso, complete di pannello metallico di chiusura, ed eventualmente corredate di un kit, che permette l'installazione della stessa appoggiata al pavimento.



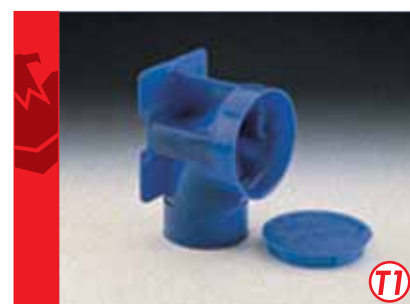


### Le scatole presa d'acqua

Per le parti terminali dell'impianto sono state messe a punto apposite **scatole presa d'acqua** da alloggiare sotto traccia, aventi la funzione di contenere il raccordo al quale viene collegato il tubo.

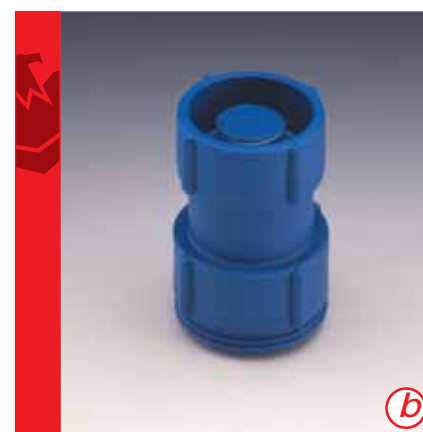
Il corretto posizionamento del raccordo è garantito dalla ghiera, che, una volta avvitata sulla parte anteriore della scatola, lo tiene bloccato nella sua posizione corretta.

Nella parte inferiore della scatola viene montata una guida, che ha lo scopo di accogliere e fissare la guaina contenente il tubo.



### La manopola: duplice funzione

Fra gli accessori della scatola, è disponibile un'apposita **manopola** che ha una duplice funzione in quanto può essere impiegata sia come utensile per **avvitare/svitare la ghiera (a)** che mantiene in posizione il raccordo nella scatola stessa, sia come **tappo per il collaudo dell'impianto (b)**.



## LA POSA IN OPERA

### Il collettore di distribuzione

①

Come è stato precedentemente ricordato, per poter sfruttare a pieno le caratteristiche che tale tipologia di impianto è in grado di offrire, è essenziale che la posa in opera venga effettuata seguendo modalità ben precise.

La prima operazione consiste nel **posizionare in parete il collettore di distribuzione**, alloggiato nell'apposita **cassetta ad incasso**.

La scelta del luogo dove predisporre il collettore deve rispondere a ben precise esigenze: prima fra tutte la necessità di poter raggiungere ogni utenza da servire, compiendo percorsi il più possibile rettilinei, o comunque privi di brusche variazioni di direzione, che potrebbero rendere difficoltoso un eventuale futuro intervento di sostituzione.

In secondo luogo è opportuno **posizionare il collettore in una zona baricentrica** rispetto alle varie uscite (scatole presa d'acqua), al fine di bilanciare le lunghezze di ogni tratto di tubazione (tratti eccessivamente lunghi provocano infatti aumenti delle perdite di carico ed inutili dispersioni di calore nei condotti che trasportano acqua calda).

Infine, compatibilmente con gli aspetti precedentemente descritti, che senza alcun dubbio sono prioritari, è auspicabile scegliere per il collettore un'ubicazione facilmente mascherabile, per garantire una migliore estetica ai locali serviti.

### Le scatole presa d'acqua

②

Una volta eseguita questa fase, si passa alla **posa delle scatole presa d'acqua**, che trovano collocazione in corrispondenza delle utenze da servire.

Le scatole vengono alloggiare in parete, eventualmente con l'ausilio di staffe metalliche, nelle posizioni che dovranno assumere ad impianto ultimato.

### I raccordi

③

Facendo passare il tubo nella scatola, si effettua il **collegamento di quest'ultimo al raccordo, che viene poi alloggiato nella scatola stessa**. In seguito il tubo viene disposto a terra (o eventualmente in parete) fino a raggiungere il corrispondente attacco del collettore.

E' proprio durante l'esecuzione di questa fase del lavoro che si deve prestare attenzione affinché i **percorsi previsti seguano un andamento il più "DIRETTO" possibile, mantenendo raggi di curvatura non inferiori a circa 8 volte il diametro esterno del tubo**.

### Il taglio del tubo

④

Ogni volta che con un ramo di tubazione si raggiunge il corrispondente attacco al collettore, si tagliano tubo e guaina alla lunghezza appropriata e si effettua il collegamento.



**VANTAGGI  
OFFERTI DAL  
SISTEMA  
SFILABILE**

L'installazione del **TUBORAMA** Sfilabile secondo la tecnologia impiantistica basata sull'impiego dei collettori, offre perciò i seguenti vantaggi:

- mantenimento costante della portata d'acqua alle singole utenze anche nel caso di apertura di più rubinetti contemporaneamente;
- riduzione dei tempi di erogazione dell'acqua calda;
- riduzione del numero di giunzioni: una al collettore ed una all'utenza, per ogni tratto di tubazione;
- assenza di giunzioni sotto traccia;
- installazione semplice e veloce;
- protezione del tubo nei confronti del contatto con eventuali corpi taglienti;
- intercambiabilità dei tubi;
- facile individuazione e sostituzione di eventuali tratti aventi punti di perdita: nel caso in cui un tubo venga accidentalmente forato, l'indipendenza di ogni tratto rende più facili le operazioni di individuazione, esclusione e sostituzione del tubo danneggiato.

**IMPIANTI SANITARI  
• a collettore**

Questa tipologia impiantistica offre gli stessi vantaggi già menzionati descrivendo gli impianti sfilabili a collettore, eccezion fatta, ovviamente, per quanto concerne la sfilabilità dei singoli tratti di tubazione. Infatti l'assenza, fra i componenti necessari alla realizzazione di tali impianti, della guaina e delle scatole presa d'acqua, pregiudica l'intercambiabilità dei tubi stessi.

**tuborama****IMPIANTI SANITARI  
• tradizionali**

Ovviamente è possibile utilizzare il **TUBORAMA** anche per la realizzazione di impianti sanitari di tipo tradizionale. In tal caso, fermo restando le caratteristiche positive possedute dal **TUBORAMA** nei confronti dei tubi in materiale metallico, l'installazione richiede l'impiego degli opportuni raccordi meccanici per realizzare le derivazioni.

Questa tipologia d'installazione non è in grado di offrire tutti i vantaggi del sistema sfilabile, ma risulta essere particolarmente conveniente dal punto di vista economico in quanto non comporta l'impiego dei numerosi accessori necessari invece per l'impianto sfilabile.

**IMPIANTI TERMICI  
• tradizionali**

L'ottima resistenza nei confronti delle sollecitazioni termiche, permette di poter impiegare il **TUBORAMA** per la realizzazione di impianti di riscaldamento tradizionali, adottando una qualsiasi tipologia impiantistica. L'installatore risulta essere agevolato, nel compito di stesura del tubo, per via dell'elevata maneggevolezza e flessibilità del **TUBORAMA**. Un ulteriore vantaggio offerto da questo tubo, nell'ambito del trasporto di acqua calda, è legato alla bassa conduttività termica che caratterizza il PE-X (vedere tabella a pag. 6). Ciò consente di ridurre le dispersioni termiche lungo la rete di distribuzione, nei confronti di un analogo impianto eseguito con tubi in materiale metallico.

In ogni caso è opportuno ricordare che il **TUBORAMA**, pur avendo una conduttività termica molto bassa ( $\lambda = 0.38 \text{ kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ), non soddisfa il valore di conduttività richiesto dalla Legge sul contenimento dei consumi energetici, che è pari a  $\lambda = 0.035 \text{ kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , quindi, nei casi in cui è richiesto, si dovrà provvedere ad applicare una opportuna coibentazione.

### IMPIANTI TERMICI • a pannelli radianti

Oltre che negli impianti termici tradizionali, il **TUBORAMA** trova impiego anche nella realizzazione di pannelli radianti a pavimento. Infatti, l'elevata flessibilità posseduta dal PE-X, risulta essere una componente essenziale per realizzare a regola d'arte e senza particolari difficoltà esecutive, un impianto di questa tipologia. La PRANDELLI S.p.A. ha messo a punto un sistema completo, denominato Thermorama, che risulta composto da tutti i componenti necessari all'esecuzione di questo tipo di impianti.

Sottolineando solamente gli importanti vantaggi, sia in termini di benessere fisiologico e di vivibilità degli ambienti, sia in termini di gestione economica, che tali impianti offrono, si rimanda, per una completa trattazione degli stessi, alla relativa guida Thermorama System. Nell'ambito dell'applicazione dei pannelli radianti, assume un particolare significato la caratteristica di impermeabilità all'ossigeno del materiale adottato per la realizzazione del tubo.

Il **TUBORAMA** PE-X offre una certa permeabilità a tale gas, anche se in quantità molto limitata. In ogni caso, per ovviare a questo fenomeno, la nostra Società ha messo a punto un tipo di tubo che possiede le medesime caratteristiche di base del **TUBORAMA**, con l'aggiunta della impermeabilità all'ossigeno. A questo prodotto è stato dato il nome di **TUBORAMA** O<sub>2</sub> Stop PE-Xb.

Impianto a pannelli radianti con **TUBORAMA** PE-X



### IL TUBORAMA O<sub>2</sub> Stop

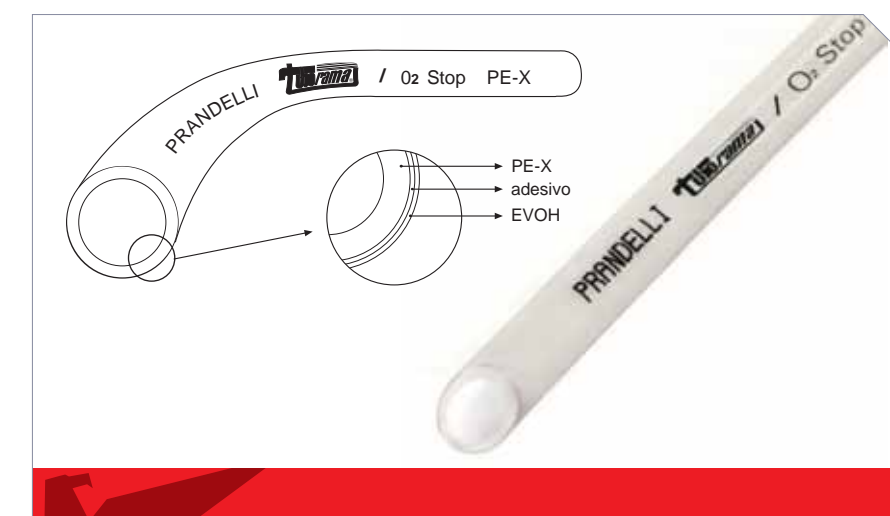
Il **TUBORAMA** O<sub>2</sub> Stop è un tubo in Polietilene Reticolato, rivestito con una speciale pellicola, la cui funzione è quella di ostacolare il passaggio dell'ossigeno. In questo modo viene notevolmente limitato l'arricchimento dell'acqua con tale elemento, che viene ritenuto la principale causa dei fenomeni corrosivi sui componenti metallici dell'impianto, precludendo una delle vie attraverso le quali l'ossigeno può teoricamente penetrare all'interno di un impianto idraulico. La barriera all'ossigeno risulta particolarmente richiesta nel caso degli impianti a pannelli radianti a pavimento, nei quali l'elevato sviluppo lineare della tubazione potrebbe aumentare i rischi legati all'arricchimento di ossigeno del fluido trasportato.

### TABELLA DIMENSIONALE TUBORAMA O<sub>2</sub> Stop PE-X

DIAMETRO esterno mm	SPESSORE mm	DIAMETRO interno mm	FORNITO in rotoli da m
16	2.0	12	120-240-500
17	2.0	13	120-240-500
18	2.0	14	120-240-500
20	2.0	16	120-240

La funzione di barriera all'ossigeno viene realizzata rivestendo la superficie esterna del **TUBORAMA** PE-X con una speciale pellicola in materiale plastico: EVOH.

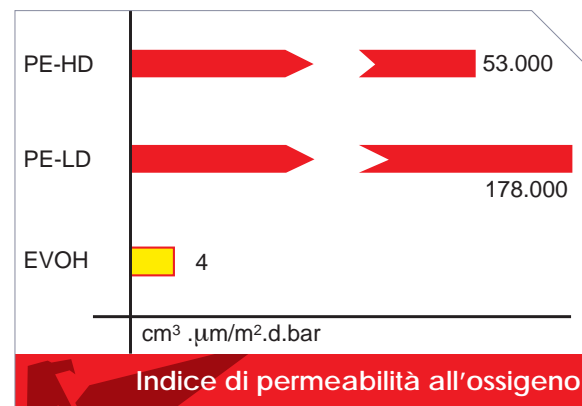
L'applicazione della barriera viene effettuata mediante processo di coestrusione ed impiegando un opportuno adesivo che ne impedisce la separazione dalla superficie del tubo.



# 5. CAMPI DI IMPIEGO

## DATI TECNICI TUBORAMA O<sub>2</sub> Stop PE-X

legenda:  
PE-HD = Polietilene ad alta densità  
PE-LD = Polietilene a bassa densità  
EVOH = materiale barriera



## Permeabilità dell'EVOH nei confronti di diverse sostanze

PRODOTTO	PERMEABILITÀ (23°C, 0% UR) (in cm <sup>3</sup> · μm/m <sup>2</sup> · d · bar)
Ossigeno (O <sub>2</sub> )	4
Azoto (N <sub>2</sub> )	3,7
Elio (He)	2.520
Argon (Ar)	1,1
Idrogeno (H <sub>2</sub> )	450
Monossido di carbonio (CO)	5,1
Diossido di carbonio (CO <sub>2</sub> )	12
Butano (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	2
Metano (CH <sub>4</sub> )	8
Cloro (Cl <sub>2</sub> )	0,44
Etilene (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	2
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	6
Freon 12	2,8
Ammoniaca (NH <sub>3</sub> )	90

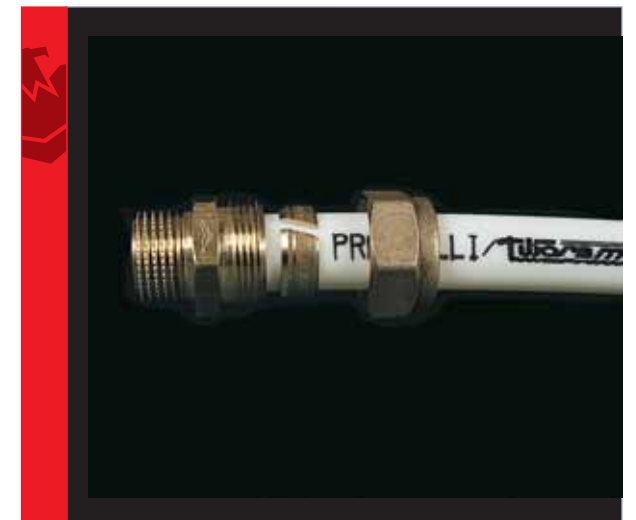
**ALTRI IMPIANTI** Il **TUBORAMA** è idoneo alla realizzazione, oltre che degli impianti già citati, dei seguenti tipi di installazione:

- Condizionamento
- Trasporto di aria compressa
- Trasporto di liquidi alimentari
- Trasporto di liquidi industriali

Naturalmente, qualsiasi sia l'impianto realizzato, è necessario innanzitutto verificare che le condizioni di esercizio non superino MAI quelle massime ammesse per il materiale. Inoltre, nel caso di trasporto di fluidi particolari, è indispensabile verificare l'idoneità del **TUBORAMA** al convogliamento di tali fluidi, consultando la tabella di resistenza chimica a pag. 31.

# 6. RACCORDI

Il raccordo per il **TUBORAMA** è realizzato in ottone. La tenuta tubo-raccordo è realizzata mediante una compressione e conseguente deformazione del tubo sul portagomma del raccordo; trattasi quindi di una giunzione meccanica. La compressione del tubo sul portagomma viene ottenuta avvitando un dado di bloccaggio sul corpo del raccordo. Tale movimento stringe un'ogiva metallica sul tubo e quindi sul portagomma del raccordo che risulta opportunamente sagomato per realizzare una perfetta tenuta meccanica e idraulica.



**CERTIFICATO  
DI GARANZIA**

La produzione del **TUBORAMA** e dei suoi componenti é sottoposta ai più rigorosi controlli di qualità. Il ciclo produttivo prevede quotidiani esami chimico-fisici e continui controlli sulle dimensioni e sulla superficie, nonché la verifica della integrità della parete.

Conseguentemente, per il **TUBORAMA** impiegato per impianti idrotermosanitari e per qualunque altro tipo d'impianto, compatibilmente con le caratteristiche tecniche del prodotto ed in ottemperanza alle istruzioni installative riportate nella presente pubblicazione, rilasciamo la seguente GARANZIA, coperta da polizza stipulata con primaria *Compagnia di Assicurazione*.

**1. La ditta Prandelli, produttrice del TUBORAMA, provvederà a risarcire,** tramite la copertura assicurativa stipulata con primaria Compagnia di Assicurazione, i danni arrecati a persone o cose, provocati dalla rottura del tubo e raccordi riconducibili a evidenti difetti di fabbricazione, sino alla concorrenza massima di € 500.000,00, per un periodo di 10 ANNI dalla data di produzione impressa sul tubo.

**2. Le condizioni che regolano tale GARANZIA sono:**

- a) il tubo deve essere installato rispettando le istruzioni installative da noi fornite, previo controllo di possibili avarie o manomissioni, avvenute nel periodo successivo alla produzione e dovute a cause accidentali.
- b) Le condizioni di esercizio (pressione e temperatura) debbono rientrare nei limiti tecnici contemplati nell'ultima pubblicazione Guida **TUBORAMA**.
- c) Il manufatto deve riportare il marchio di identificazione **TUBORAMA**.

**3. La GARANZIA NON HA VALIDITÀ nei seguenti casi:**

- a) Mancata osservanza delle istruzioni installative da noi raccomandate.
- b) Collegamento del tubo e dei raccordi a fonti di calore con limiti di temperatura e della pressione, anche se accidentali, non compatibili con le caratteristiche del tubo.



- c) Utilizzo di materiale manifestamente non idoneo (tubo invecchiato, tubo scalfitto ecc.)
- d) Utilizzo di uno o più componenti, di provenienza diversa da quella di nostra fabbricazione, nella realizzazione dell'impianto.

**4. ISTRUZIONI PER LA RICHIESTA D'INTERVENTO IN GARANZIA**

Nell'eventualità in cui avvenga una rottura del **TUBORAMA** imputabile solo ed esclusivamente ad evidenti difetti di fabbricazione, é necessario inviarci una lettera raccomandata, con copia al rappresentante di zona, contenente:

- luogo e data di installazione;
- dati e marchio di identificazione del tubo;
- informazioni sulle condizioni di esercizio (pressione e temperatura);
- campione del tubo sul quale la rottura si é verificata;
- il nome ed indirizzo dell'installatore che ha effettuato l'impianto.

Dopo ricevimento di tale raccomandata, entro un termine ragionevole, provvederemo ad inviare un nostro incaricato onde verificare le cause della rottura.

Nel caso detta rottura rientri nelle condizioni di GARANZIA, passeremo la pratica alla *Compagnia di Assicurazione*, la quale provvederà al risarcimento dei danni, dopo averne accertato le cause e l'entità.

Qualora la rottura non rientri nelle condizioni della GARANZIA, procederemo all'addebito delle spese da noi sostenute per il nostro intervento.

*Prandelli S.p.A.*



**ATTREZZATURA**

Uno dei vantaggi legati all'impiego del **TUBORAMA** é rappresentato dal fatto che, per il suo utilizzo, non é richiesta un'attrezzatura specifica particolare.

Gli strumenti necessari per lavorare con il **TUBORAMA** sono:

- una cesoia per il taglio dei tubi
- delle chiavi fisse per il serraggio dei raccordi



**LAVORAZIONE DEL TUBORAMA: il taglio**

1) Oltre all'apposita cesoia, per tagliare il **TUBORAMA** alla lunghezza desiderata si possono impiegare anche altri strumenti a lama, con l'avvertenza di effettuare un taglio perpendicolare all'asse del tubo e tale da non produrre bave sui bordi tagliati. Questo al fine di consentire una valida giunzione con i raccordi.



**la curvatura**

2) In virtù dell'ottima flessibilità che lo caratterizza, il **TUBORAMA** può essere facilmente modellato al fine di eseguire i necessari cambiamenti di direzione in fase installativa.

Bisogna distinguere comunque due condizioni:

- a) curvatura a freddo
- b) curvatura a caldo

**a) CURVATURA A FREDDO**

Il **TUBORAMA** può essere facilmente curvato a freddo, avendo cura di rispettare, per il raggio di curvatura, il valore minimo indicato:

$$R_{min} \geq 8 D$$

con D = diametro esterno del tubo.

Per tubi di piccolo diametro, si suggerisce di effettuare la curvatura con le apposite **curvette reggitubo**, disponibili per le misure ø15, ø18 e ø22 mm.



Curvatura manuale

Curvatura con curvette reggitubo



### b) CURVATURA A CALDO

Nel caso in cui si vogliono realizzare curvature per tubi di maggiore diametro e, comunque, per mantenere la curva realizzata, è necessario impiegare una fonte di calore (aria calda).

Si procede investendo il tubo con un getto di aria calda nella zona in cui si desidera eseguire la curvatura, facendo ruotare lentamente il tubo, in modo che tutta la sua superficie venga investita dal getto. Operando in questo modo, si attende che la temperatura del tubo raggiunga un valore tale da renderlo plastico, dopodiché si esegue la curvatura desiderata.

Per il mantenimento della geometria ottenuta è quindi necessario raffreddare il tubo con una spugna o un panno imbevuto di acqua fredda.

La medesima operazione può essere eseguita per fare riprendere la configurazione iniziale ad un tubo accidentalmente schiacciato.

È fondamentale evitare di insistere a lungo ed in maniera statica nel riscaldamento di un tratto di tubo, per non correre il rischio di bruciare la parte riscaldata.

In tal caso è necessario scartare il tratto di tubo danneggiato.

È inoltre da evitare l'uso della FIAMMA.



Riscaldamento del TUBORAMA con aria calda

Tubo curvato dopo il riscaldamento

## REALIZZAZIONE DELLE GIUNZIONI

La caratteristica di infusibilità del PE-X esclude la possibilità di effettuare giunzioni tubo-tubo o tubo-raccordi mediante operazioni di saldatura. Le giunzioni vanno effettuate mediante l'uso di raccordi, la cui azione meccanica di compressione e deformazione nei confronti del tubo, assicura la tenuta idraulica e meccanica.

Per il **TUBORAMA** abbiamo approntato una gamma completa di raccordi in ottone, appositamente studiati per una perfetta congiunzione, tenendo presente in modo particolare le forze che su detto raccordo vengono a scaricarsi, per effetto della dilatazione e del successivo ritiro del tubo.

Pertanto, per avere un perfetto assemblaggio tubo-raccordo, si deve operare nel modo seguente:

- effettuare il taglio del tubo perpendicolarmente all'asse;
- assicurarsi che sul bordo del tubo non ci siano bave;
- introdurre sull'estremità del tubo da assemblare:
  - a) dado di bloccaggio
  - b) ogiva di tenuta;
- introdurre l'estremità del tubo sulla sede portagomma, spingendo a fondo;
- bloccare il dado di chiusura, utilizzando due chiavi fisse.

Facciamo presente che l'ogiva ha un suo preciso senso di installazione. Infatti, ad assemblaggio effettuato, essa non solo sollecita radialmente il tubo assicurando la tenuta, ma impedisce che questo possa sfilarsi a causa delle sollecitazioni esercitate in fase di ritiro.

Di conseguenza, le parti ad angolo vivo della dentellatura interna dell'ogiva debbono essere orientate verso la sede del portagomma. Sulla superficie esterna dell'ogiva, in prossimità dello smusso, è ricavata una scanalatura circonferenziale.

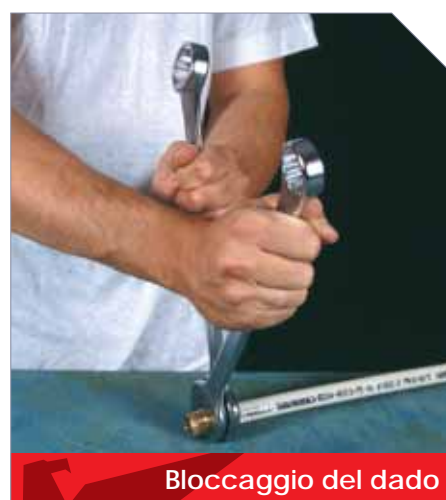


**REALIZZAZIONE DELLE GIUNZIONI**

Tale scanalatura indica che quel bordo deve essere orientato verso il corpo del raccordo (vedere le illustrazioni seguenti).



Sequenza di montaggio



Bloccaggio del dado



Esempio di giunzione sezionata

**ERRORI TIPICI DI ASSEMBLAGGIO**

**A) Insufficiente serraggio**

In questo caso l'ogiva non riesce ad esercitare la necessaria sollecitazione radiale sul tubo. Essendo l'estremità del tubo già deformata (vedi fotografia qui di seguito), non è sufficiente serrare ulteriormente il dado. Pertanto è necessario smontare il dado, eliminare la parte di tubo che si è deformata e riassemblare il tutto.



**B) Ogiva montata in modo errato**

Quando l'ogiva viene montata in modo errato, si verifica il tipico caso di cattiva tenuta su tubazioni che convogliano acqua calda, in cui le perdite avvengono al diminuire della temperatura. Questo accade perché la dentellatura dell'ogiva non è orientata in modo da opporsi alle forze di ritiro del tubo. In questo caso, stringendo ulteriormente il dado, si elimina l'inconveniente solo momentaneamente; quando l'ogiva è completamente chiusa, serrando ulteriormente il dado, si può ottenere solo la rottura di quest'ultimo.

Di conseguenza si deve operare in questo modo:

- smontare il dado;
- eliminare la parte di tubo deformata;
- sostituire l'ogiva con una nuova, se l'altra è deteriorata, e riassemblare il tutto in modo corretto.



Ogiva montata ERRONEAMENTE



Ogiva montata CORRETTAMENTE

## 8. LAVORAZIONE

A questo punto facciamo notare l'importanza di sottoporre l'impianto ultimato a collaudo idraulico, come riportato a pag. 52.

### C) Rottura del raccordo

Pur considerando la qualità della materia prima utilizzata ed i criteri di costruzione adottati, in presenza di sollecitazioni che superano i limiti caratteristici del materiale e le modalità di applicazione, si possono manifestare delle rotture, dovute ad esempio a:

- deformazioni imputabili a sollecitazioni dinamiche (martellamenti);
- eccessivo bloccaggio del dado;
- eccesso di quantità di canapa, soprattutto nelle parti con filettatura femmina gas.

In quest'ultimo caso non si tiene conto che, essendo il raccordo lavorato meccanicamente, le sue tolleranze sono decisamente minori rispetto a quelle dei corrispondenti raccordi zincati. Minori tolleranze implicano una minore quantità di canapa necessaria per la tenuta.

L'uso eccessivo di canapa sollecita oltre i limiti la parte interessata, che, essendo sollecitata a fatica, può rompersi dopo un certo periodo di installazione.

Per ovviare a questo inconveniente sensibilizziamo l'installatore ad una maggiore ocularità nell'uso della quantità di canapa e, in alternativa a quest'ultima, suggeriamo l'uso di altri tipi di materiali specifici per tali scopi, come ad esempio teflon, paste sigillanti, ecc.

Si deve inoltre considerare l'importanza di poter disporre sempre, nelle giunzioni filettate, di una parte maschio avente un numero di filetti maggiore di quelli della femmina.

## 9. RESISTENZA CHIMICA

Di seguito vengono riportate le tabelle di compatibilità e incompatibilità dei più comuni reattivi con il Polietilene alta densità, secondo i dati desunti dal Documento ISO/TC 138 (Segretariato 351) n° 556 E-Dicembre 1976.

Facciamo notare che, poiché la reticolazione porta ad un aumento del peso molecolare medio, si può ritenere che la resistenza chimica del PE-X non risulti minore, anzi possa considerarsi maggiore di quella del PE HD non reticolato.

Ricordiamo che per il trasporto di fluidi particolari, come quelli combustibili o altri, bisogna ottemperare alle disposizioni di legge in vigore nel caso in cui tali norme esistano.

**TABELLA DI RESISTENZA AGLI AGENTI CHIMICI**  
Fluidi che possono essere trasportati a pressione atmosferica fino a 60° a mezzo di tubi di PE a.d. che non subiscano sollecitazioni esterne

FLUIDI	CONCENTRAZIONE	FLUIDI	CONCENTRAZIONE
Acetico, acido	10%	Acetico, acido	10%
Aceto	-	Aceto	-
Adipico, acido	sol.sat.	Adipico, acido	sol.sat.
Allilico, alcool	96%	Allilico, alcool	96%
Allume	sol.	Allume	sol.
Alluminio, cloruro	sol.sat.	Alluminio, cloruro	sol.sat.
Alluminio, fluoruro	sol.sat.	Alluminio, fluoruro	sol.sat.
Alluminio, solfato	sol.sat.	Alluminio, solfato	sol.sat.
Ammoniaca, gas	100%	Ammoniaca, gas	100%
Ammoniaca, liquefatta	100%	Ammoniaca, liquefatta	100%
Ammoniacale, acqua	sol.dil.	Ammoniacale, acqua	sol.dil.
Ammonio, cloruro	sol.sat.	Ammonio, cloruro	sol.sat.
Ammonio, fluoruro	sol.	Ammonio, fluoruro	sol.
Ammonio, nitrato	sol.sat.	Ammonio, nitrato	sol.sat.
Ammonio, solfato	sol.sat.	Ammonio, solfato	sol.sat.
Ammonio, solfuro	sol.	Ammonio, solfuro	sol.
Ammonio, tricloruro	90%	Ammonio, tricloruro	90%
Arsenico, acido	sol.sat.	Arsenico, acido	sol.sat.
Acqua ossigenata	30%	Acqua ossigenata	30%
Acqua	-	Acqua	-
Argento, acetato	sol.sat.	Argento, acetato	sol.sat.
Argento, cianuro	sol.sat.	Argento, cianuro	sol.sat.



FLUIDI	CONCENTRAZIONE	FLUIDI	CONCENTRAZIONE
Argento, nitrato	sol.sat.	Fluoridrico, acido	4%
Bario, carbonato	sol.sat.	Forografico, acido	conc.lav.
Bario, cloruro	sol.sat.	Glucosio	sol.sat.
Bario, idrato	sol.sat.	Glicerina	100%
Bario, solfato	sol.sat.	Glicolico, acido	sol.
Bromidrico, acido	50%	Idrogeno	100%
Bromidrico, acido	100%	Idrogeno solforato	100%
Benzoico, acido	sol.sat.	Idrochinone	sol.sat.
Birra	-	Latte	-
Borace	sol.sat.	Lattico, acido	100%
Borico, acido	sol.sat.	Lievito	sol.
Butano gas	100%	Magnesio, carbonato	sol.sat.
Butanolo	100%	Magnesio, cloruro	sol.sat.
Calcio, carbonato	sol.sat.	Magnesio, idrato	sol.sat.
Calcio, clorato	sol.sat.	Magnesio, nitrato	sol.sat.
Calcio, cloruro	sol.sat.	Maleico, acido	sol.sat.
Calcio, idrato	sol.sat.	Mercurio, cloruro	sol.sat.
Calcio, ipoclorito	sol.	Mercurio, cianuro	sol.sat.
Calcio, nitrato	sol.sat.	Mercurioso, nitrato	sol.
Calcio, solfato	sol.sat.	Mercurio	100%
Carbonica, anidride secca	100%	Metanolo	100%
Carbonio, monossido	100%	Melasse	conc.lav.
Cloridrico, acido	10%	Nichel, cloruro	sol.sat.
Cloridrico, acido	conc.	Nichel, nitrato	sol.sat.
Cloroacetico, acido	sol.	Nichel, solfato	sol.sat.
Citrico, acido	sol.sat.	Nitrico, acido	25%
Cicloesano	sol.sat.	Ortofosforico, acido	50%
Cianidrico, acido	10%	Ossalico, acido	sol.sat.
Destrina	sol.	Potassio, bromato	sol.sat.
Diossano	100%	Potassio, bromuro	sol.sat.
Etilene, glicole	100%	Potassio, carbonato	sol.sat.
Ferrico, cloruro	sol.sat.	Potassio, clorato	sol.sat.
Ferrico, nitrato	sol.	Potassio, cloruro	sol.sat.
Ferrico, solfato	sol.sat.	Potassio, cromato	sol.sat.
Ferroso, cloruro	sol.sat.	Potassio, cianuro	sol.
Ferroso, solfato	sol.sat.	Potassio, bicromato	sol.sat.
Fluosilicico, acido	40%	Potassio, ferrocianuro	sol.sat.
Formaldeide	40%	Potassio, fluoruro	sol.sat.
Formico, acido	50%	Potassio, bicarbonato	sol.sat.
Formico, acido	98-100%	Potassio, bisolfato	sol.sat.
Fenolo	sol.	Potassio, bisolfito	sol.sat.

FLUIDI	CONCENTRAZIONE	FLUIDI	CONCENTRAZIONE
Potassio, idrato	10%	Sodio, ipoclorito	15% cloro
Potassio, idrato	sol.	Sodio, nitrato	sol.sat.
Potassio, nitrato	sol.sat.	Sodio, nitrico	sol.sat.
Potassio, ortofosfato	sol.sat.	Sodio, ortofosfato	sol.sat.
Potassio, perclorato	sol.sat.	Sodio, solfato	sol.sat.
Potassio, permanganato	20%	Sodio, solfuro	sol.sat.
Potassio, persolfato	sol.sat.	Solfonico, acido	10%
Potassio, solfato	sol.sat.	Solfonico, acido	50%
Potassio, solfuro	sol.	Stannico, cloruro	sol.sat.
Propionico, acido	50%	Stannoso, cloruro	sol.sat.
Salicilico, acido	sol.sat.	Solfonosa, anidride secca	100%
Sodio, benzoato	sol.sat.	Solfonoso, acido	30%
Sodio, bromuro	sol.sat.	Sviluppatore fotografico	conc.lav.
Sodio, carbonato	sol.sat.	Tannico, acido	sol.
Sodio, clorato	sol.sat.	Tartarico, acido	sol.
Sodio, cloruro	sol.sat.	Urea	sol.
Sodio, cianuro	sol.sat.	Urina	-
Sodio, ferrocianuro	sol.sat.	Vino	-
Sodio, fluoruro	sol.sat.	Zinco, carbonato	sol.sat.
Sodio, bicarbonato	sol.sat.	Zinco, cloruro	sol.sat.
Sodio, bisolfito	sol.	Zinco, ossido	sol.sat.
Sodio, idrato	40%	Zinco, solfato	sol.sat.
Sodio, idrato	sol.		

Fluidi che possono essere trasportati a pressione atmosferica fino a 20° a mezzo di tubi di PE a.d. che non subiscano sollecitazioni esterne

FLUIDI	CONCENTRAZIONE	FLUIDI	CONCENTRAZIONE
Acetaldeide	100%	Cicloesano	100%
Acetico, acido glaciale	>96%	Decaidronaftalene	100%
Acetica, anidride	100%	Diottillalato	100%
Amile, acetato	100%	Eptano	100%
Amile, alcool	100%	Etanolo	40%
Anilina	100%	Etil acetato	100%
Acqua ossigenata	90%	Furfurilico, alcool	100%
Benzaldeide	100%	Fluoridrico, acido	60%
Benzina, idrocarburi alifatici	-	Fosforo, triclورو	100%
Butirrico, acido	100%	Nicotinico, acido	sol.dil.
Cromico, acido	20%	Oli e grassi	-
Cromico, acido	50%	Oleico, acido	100%

# 9. RESISTENZA CHIMICA

FLUIDI	CONCENTRAZIONE	FLUIDI	CONCENTRAZIONE
Ortofosforico, acido	95%	Propionato, acido	100%
Ossigeno	100%	Piridina	100%
Picrico, acido	sol.sat.	Solfonico, acido	98%
Piombo, acetato	sol.sat.	Trietanolamina	sol.
Potassio, ipoclorito	sol.		

Fluidi non trasportabili a mezzo di PE a.d.

FLUIDI	CONCENTRAZIONE	FLUIDI	CONCENTRAZIONE
Acqua, regia	HCl/HNO <sub>3</sub> =3/1	Nitrico, acido	da 50% a 100%
Bromo, gas secco	100%	Ozono	100%
Bromo liquido	100%	Solfonico, acido	fumante
Carbonio, bisolfuro	100%	Solfonica, anidride	100%
Carbonio, tetracloruro	100%	Tionile, cloruro	100%
Cloro, gas secco	100%	Toluene	100%
Cloro, acqua di	sol.sat.	Tricloroetilene	100%
Cloroformio	100%	Xilene	100%
Fluoro, gas	100%		

## DIAGRAMMI PERDITE DI CARICO

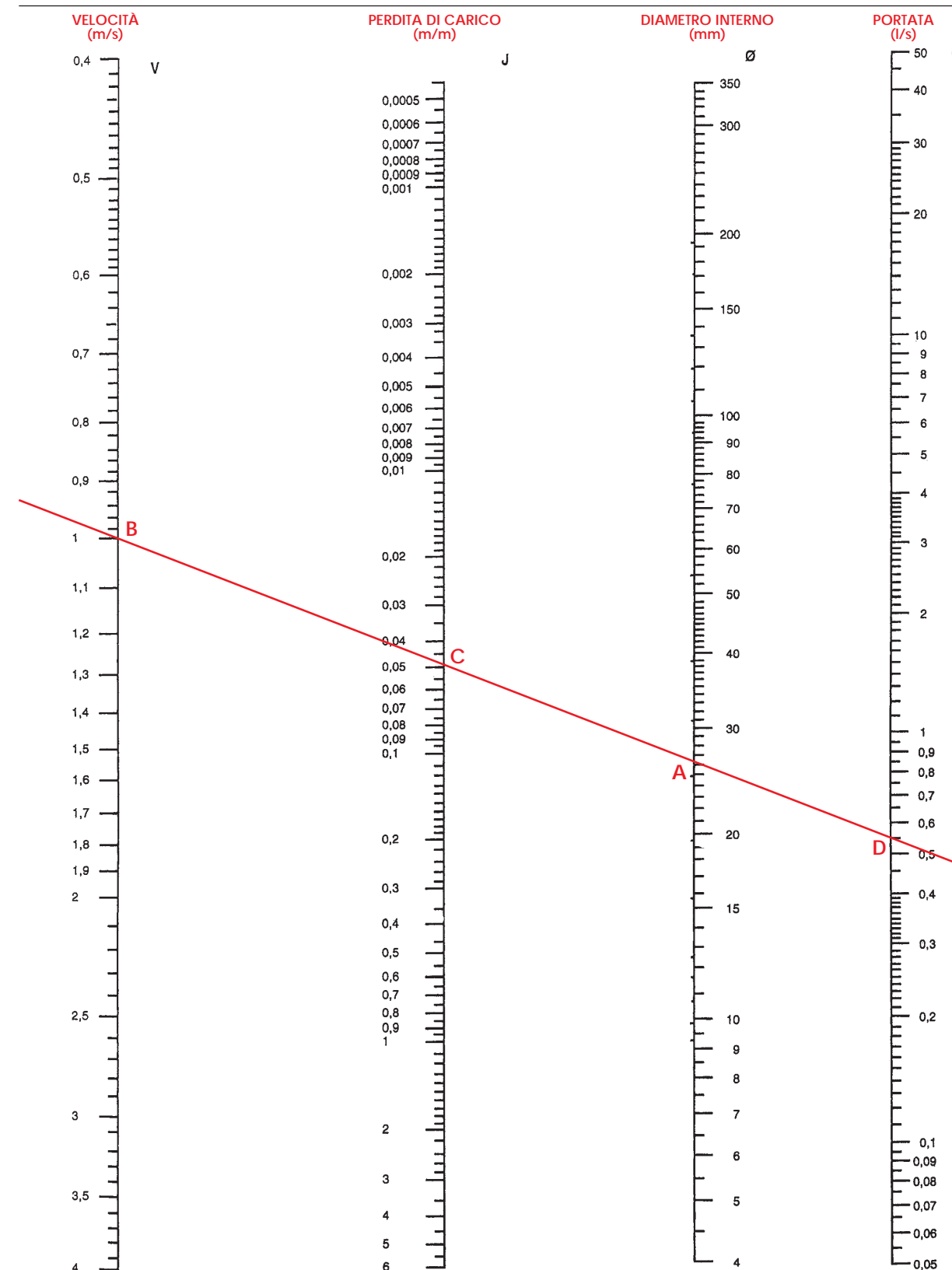
Per utilizzare il monogramma, è necessario fissare almeno due grandezze, di cui una è la dimensione del tubo e la seconda generalmente è la portata o la velocità.

Tubo:  $\varnothing$  32 x 3  
 $\varnothing$  int. = mm 26 (punto A)  
 velocità 1 m/s (punto B)

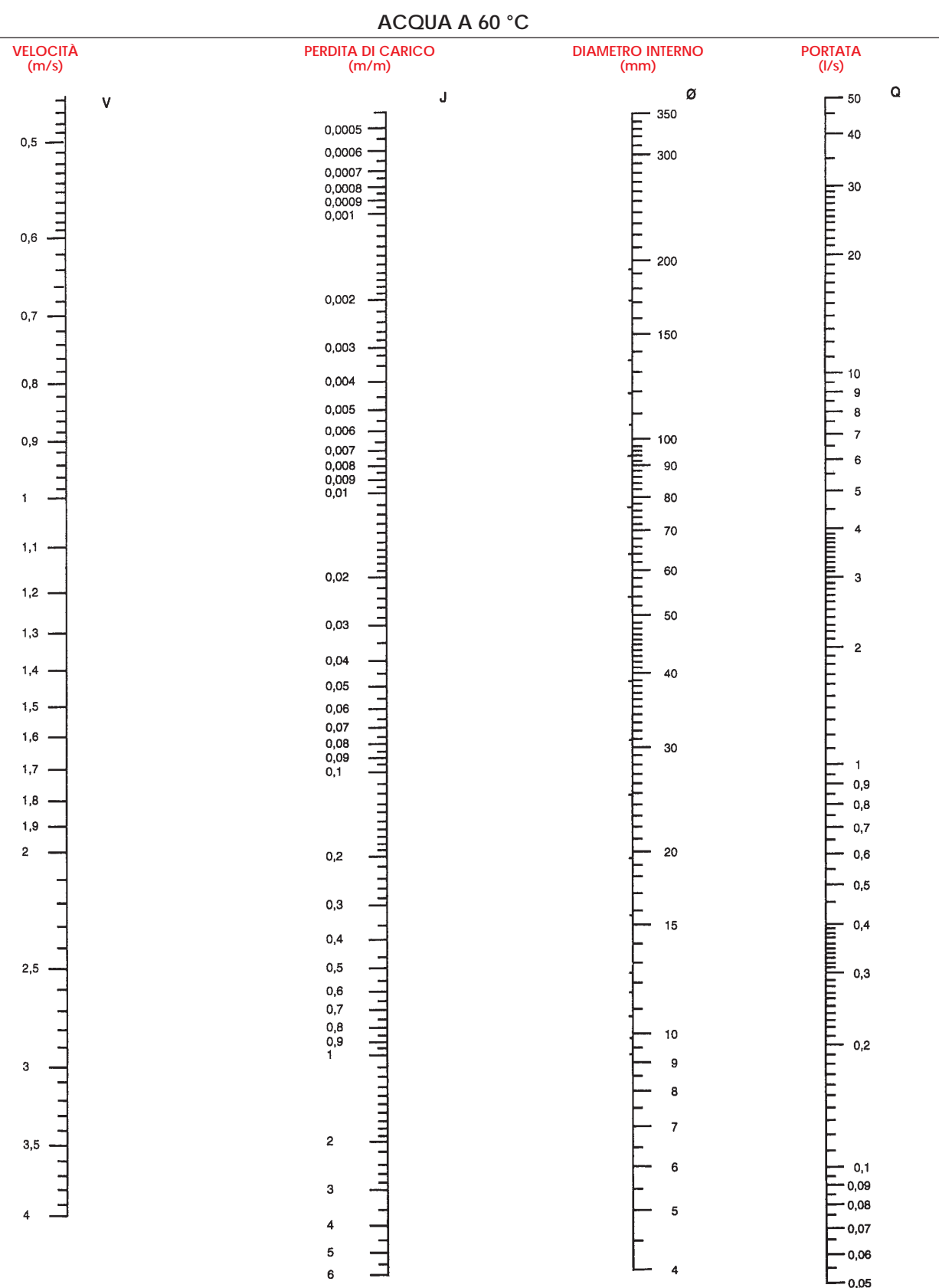
Congiungendo con una retta i punti A e B si individuano i punti C e D che indicano rispettivamente una perdita di carico J = 0,5 m/m e una portata Q = 0,54 l/s.

# 10. DIAGRAMMA PERDITE DI CARICO

ACQUA A 20 °C



# 10. DIAGRAMMA PERDITE DI CARICO



# 11. ISOLAMENTO TERMICO

## Isolamento termico per impianti di riscaldamento, condizionamento e sanitari

La Legge 10/91, relativa al contenimento dei consumi energetici, e il decreto attuativo DPR 412/93, impone che le tubazioni utilizzate per realizzare circuiti termici siano opportunamente ricoperte da materiale isolante.

Ovviamente nel caso di impianti termici e/o nei tratti di acqua calda sanitaria, l'isolamento ha lo scopo di evitare dispersioni, mentre per quelli di condizionamento oltre ad evitare l'innalzamento della temperatura del fluido convogliato impedisce la formazione di condensa sulla superficie del tubo a causa dell'umidità dell'aria. A pari spessore dell'isolante, il risparmio energetico conseguente sarà tanto più alto quanto maggiore è il potere coibente dell'isolante e quanto minore è la superficie di scambio termico.

Il DPR 412/93, fissa i valori minimi dello spessore dell'isolante in funzione della sua conduttività termica e del diametro del tubo da isolare; stabilisce inoltre che gli spessori riportati nella seguente tabella siano da applicare:

- CASO A tal quale, per tratti posti in locali non riscaldati (es. garage, cantine, etc.)
- CASO B moltiplicati per un coefficiente riduttivo 0,5 per tratti di montante posti all'interno dei muri perimetrali dell'edificio
- CASO C moltiplicati per un coefficiente riduttivo 0,3 per tratti posti in strutture nè affacciate all'esterno nè adiacenti a locali non riscaldati

## Spessori minimi di isolamento

conduttività termica dell'isolante $w / m^{\circ} K$	Diametro esterno delle tubazioni					
	<20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84



Il sistema di tubi e raccordi **TUBORAMA** può essere installato sotto traccia, seguendo la tecnica installativa che si preferisce a seconda del tipo di impianto da realizzare.

In linea generale è comunque necessario operare, oltre che seguendo le norme che suggeriscono la posa a regola d'arte, soprattutto seguendo quanto previsto dalla Legge sul contenimento dei consumi energetici per quanto concerne gli impianti di riscaldamento (L. 10 del 9 gennaio 1991 e relativo DPR 26/08/93 n. 412).

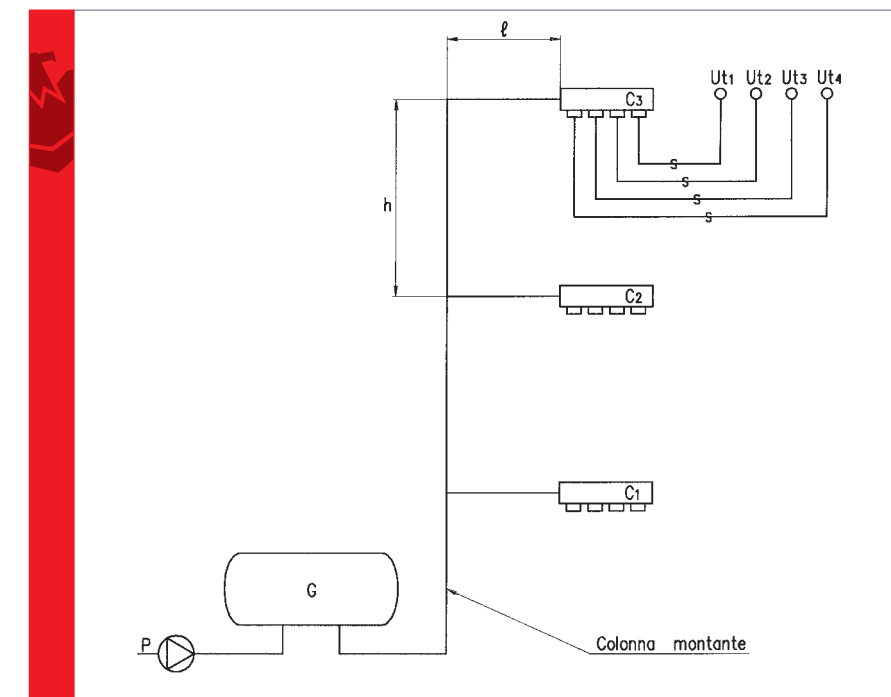
Per installazioni fuori traccia è indispensabile proteggere il tubo dall'azione dei raggi UV che possono danneggiare il tubo.

**ESEMPI** Come già accennato in precedenza, la superficie interna particolarmente liscia che caratterizza il **TUBORAMA**, consente di mantenere basse le perdite di carico distribuite.

Ciò risulta vantaggioso soprattutto nei confronti dei tubi in ferro, rispetto ai quali, a pari diametro interno, si possono ottenere portate superiori. Alle pagg. 34-35-36 sono riportati i diagrammi delle perdite di carico del **TUBORAMA** per diverse temperature dell'acqua trasportata.

Desideriamo mostrare, nel seguito, un esempio di dimensionamento relativo all'asservimento del ramo acqua calda sanitaria, di un edificio composto da tre appartamenti posti su altrettanti piani diversi. Per il dimensionamento seguiremo le indicazioni riportate nella norma UNI 9182-87.

Supponiamo che l'installazione venga realizzata con la tecnica a collettore, per cui si ha lo schema qui di seguito riportato.



Legenda:

- P = pompa (supponiamo sia necessaria per fornire la prevalenza richiesta);
- G = generatore di calore;
- h = 3 m: distanza fra i piani;
- l = 5 m: distanza fra la colonna montante e i collettori;
- C1 ... C3 = collettori ad ogni piano;
- Ut1 ... Ut4 = utenze da servire.

PORTATE RICHIESTE DALLE UTENZE (secondo Norma UNI 9182-87)	
1 Vasca da bagno	Ut1 = 0.2 l/s
1 Bidet	Ut2 = 0.1 l/s
1 Lavabo	Ut3 = 0.1 l/s
1 Lavello da cucina	Ut4 = 0.2 l/s
<b>Portata totale</b>	<b>Utot = 0.6 l/s</b>

## Portate totali e contemporanee

Portate totali e contemporanee ai singoli piani:

PIANO	PORTATA TOTALE (l/s)	* PORTATE MASSIME CONTEMPORANEE (l/s)
3°	0.6	0.30
2°	1.2	0.45
1°	1.8	0.66

\* Determinate con il metodo delle Unità di Carico (U.C.).

- Dati disponibili (validi per l'esempio specifico):

- la prevalenza disponibile alla pompa sia pari a 400 kPa;
- la pressione dinamica minima richiesta all'utenza é pari a 50 kPa;
- le perdite di carico nel generatore di calore sono pari a 100 kPa;
- trascuriamo le perdite di carico relative ai raccordi ed al collettore.

*Nota: le unità di misura della pressione sono espresse in kPa (1kPa=100 mm c.a.)*

Supponiamo che i tratti di collegamento collettore-utenza siano realizzati con TUBORAMA ø16x2.2, per cui si ha:

UTENZA	DISTANZA DAL COLLETTORE m	DIMENSIONI DEL TUBO mm	PORTATA l/s	*PERDITA CARICO UNIT. kPa/m	PERDITA CARICO TOTALE kPa
Ut1	4	16x2.2	0.2	3.6	14.4
Ut2	5	16x2.2	0.1	1.1	5.5
Ut3	6	16x2.2	0.1	1.1	5.5
Ut4	8	16x2.2	0.2	3.6	28.8

\* Le perdite di carico sono state desunte dal grafico di pag. 48 relativo all'acqua a 50°C.

Da questo calcolo si deduce che l'utenza più sfavorita é la Ut4, per cui si ha una perdita di carico distribuita pari a 28.8 kPa.

## Prevalenza disponibile

Determinazione della prevalenza disponibile:

Prevalenza disponibile alla pompa	400 kPa
Perdita di carico nel generatore	- 100 kPa
Pressione dinamica alle utenze	- 50 kPa
Differenza di livello (9.81 kPa/m x 3 m x 3 = 88.3 kPa)	- 88.3 kPa
<b>Prevalenza disponibile</b>	<b>161.7 kPa</b>

Considerando la lunghezza massima di adduzione al collettore più lontano (3° piano), si ha:

$$L = 3 \times h + l = 14 \text{ m}$$

$$161.7 \text{ kPa}$$

$$\frac{161.7 \text{ kPa}}{14 \text{ m}} = 11.55 \text{ kPa}$$

Questo dato ci fornisce un'indicazione della perdita di carico distribuita del tubo di adduzione (colonna), aiutandoci nella scelta del diametro. Considerando questa perdita di carico indicativa ed il valore massimo della portata richiesta, in caso di contemporaneità (0.66 l/s), si deve scegliere, per la realizzazione della colonna montante, il tubo che soddisfa alle suddette condizioni. Nel nostro caso scegliamo il **TUBORAMA** ø 22x3.0 per il quale si ha:

PORTATA CONTEMPORANEA l/s	*PERDITA DI CARICO DISTRIBUITA kPa/m	*PERDITA DI CARICO DISTRIBUITA x h kPa
0.30	1.6	4.8
0.45	3.2	9.6
0.66	6.1	18.3

\* Le perdite di carico sono state desunte dal grafico di pag. 36 relativo all'acqua a 60°C. **32.7 kPa**

## Perdite di carico totali

Infine, consideriamo le perdite di carico totali:

Perdita di carico nel generatore di calore	100 kPa
Pressione dinamica all'utenza	50 kPa
Differenza di livello	88.3 kPa
Perdita di carico collettore-utenze	28.8 kPa
Perdita di carico colonna montante	32.7 kPa
<b>Perdite di carico totali</b>	<b>299.8 kPa</b>

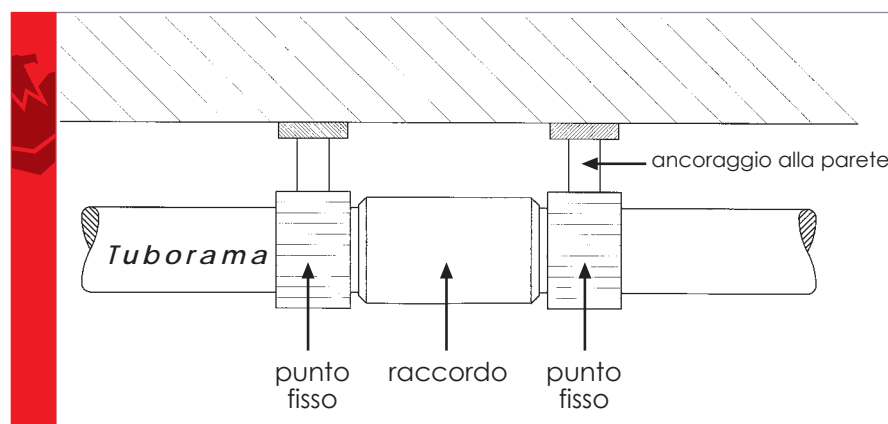
## Verifica

Poiché risulta che la prevalenza disponibile alla pompa (= 400 kPa) é maggiore delle perdite di carico totali (= 299.8 kPa), il tubo scelto (**TUBORAMA** ø 22x3.0) é sufficiente ad assicurare le portate richieste alle utenze.





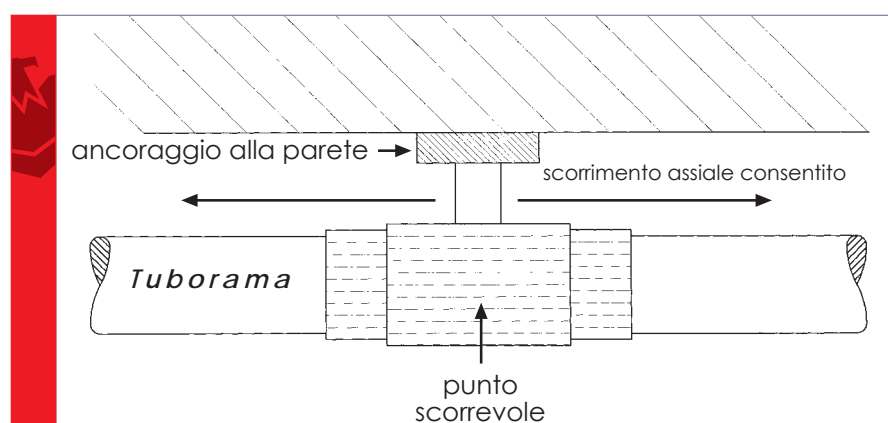
## Esempio di punto fisso



**Punti scorrevoli** I **punti scorrevoli** permettono invece lo scorrimento assiale (in entrambi i sensi) del tubo. Per questo motivo devono essere posizionati lontano dalle zone di giunzione con i raccordi, su un tratto libero della superficie del tubo. Il collare che svolge la funzione di punto scorrevole non deve assolutamente presentare parti che possano danneggiare la superficie esterna del tubo.

I punti scorrevoli fungono anche da sostegno e garantiscono (se posizionati in numero sufficiente) il mantenimento della geometria rettilinea dell'installazione in presenza della sollecitazione termica. Generalmente la distanza è di 1,2-1,4 m per tubi dal diam. 16 al diam. 32 mm.

## Esempio di punto scorrevole



## COMPENSAZIONE CON BRACCI DILATANTI

Con l'impiego di tale tecnica si realizza l'installazione conferendo al percorso una geometria che consenta l'assorbimento della dilatazione. A tale scopo vengono realizzati, in corrispondenza dei cambiamenti di direzione (gomiti, tee), dei **bracci dilatanti**, in cui il tubo ha la possibilità di dilatare in presenza della sollecitazione termica.

Il calcolo di questi bracci dilatanti si effettua mediante la seguente formula:

$$LS = F \cdot \sqrt{d} \cdot \Delta L$$

dove:

- LS = lunghezza del braccio dilatante (mm)
- F = costante del materiale (per il Pe-X = 12)
- d = diametro esterno del tubo (mm)
- $\Delta L$  = variazione di lunghezza del tubo (mm)

## ESEMPIO

Si voglia calcolare il braccio di dilatazione relativo ad un tratto di tubo COPRAX dove:

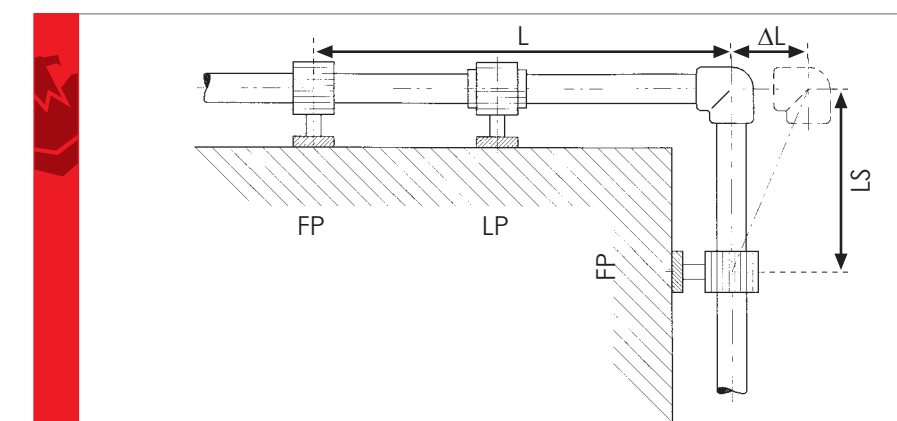
d	= 40 mm (diametro esterno);
L	= 6 m;
$\Delta T$	= 55°C

Come calcolato in precedenza si ha un  $\Delta L = 49.5$  mm

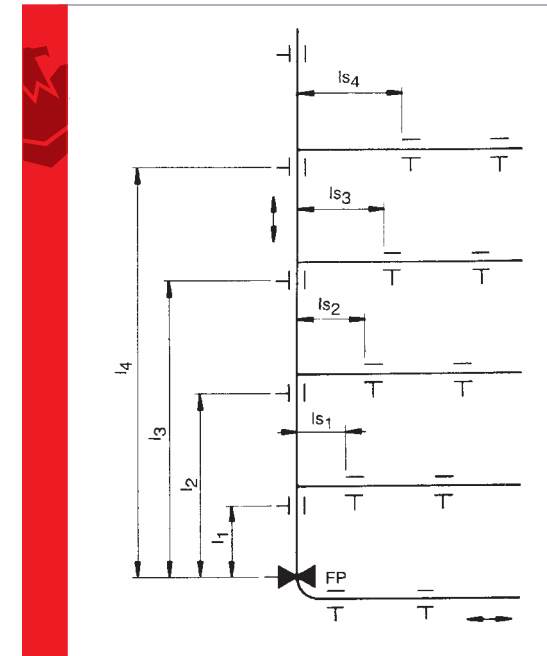
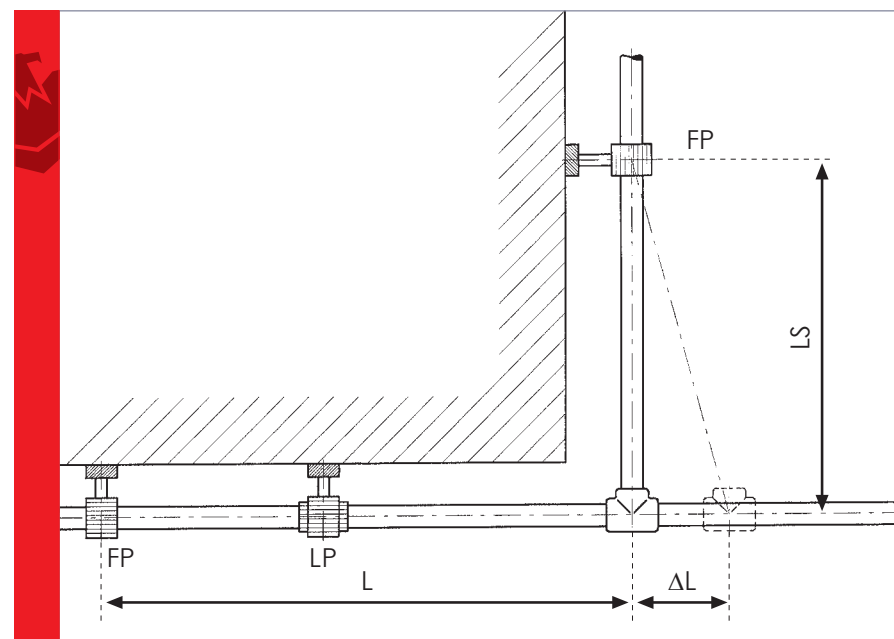
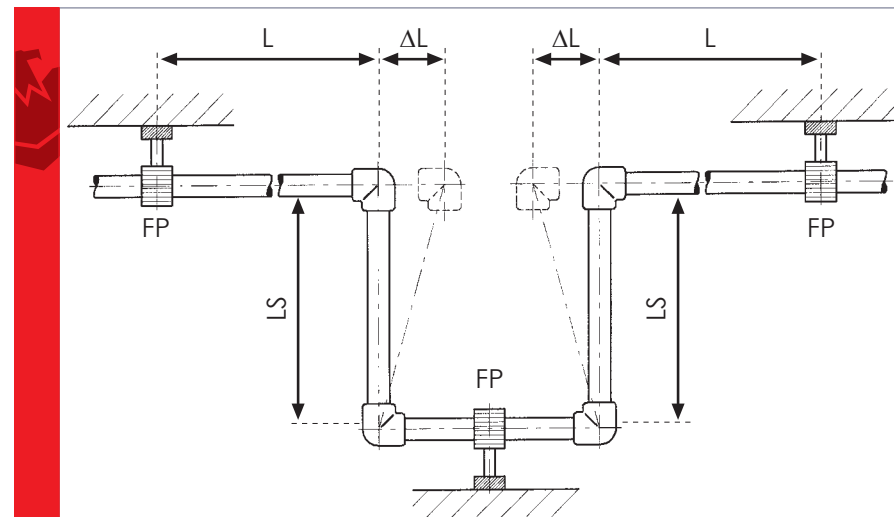
Per cui:

$$LS = F \cdot \sqrt{d} \cdot \Delta L = 30 \cdot \sqrt{40} \cdot 49.5 = 1335 \text{ mm}$$

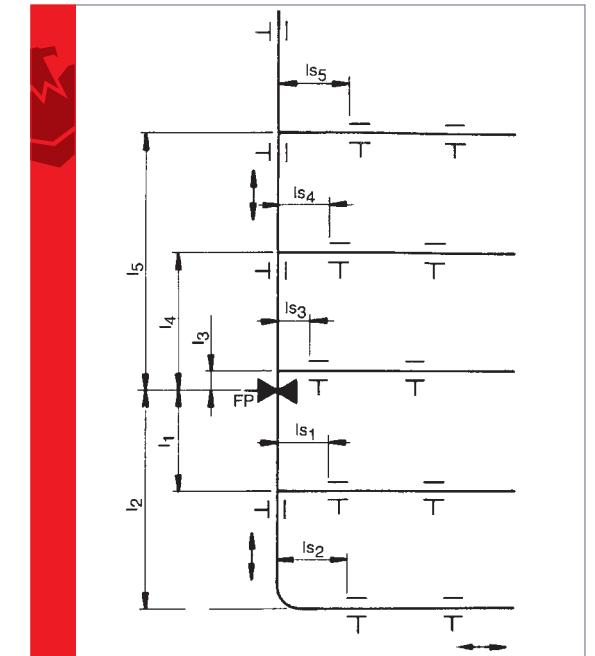
## Esempio di braccio dilatante



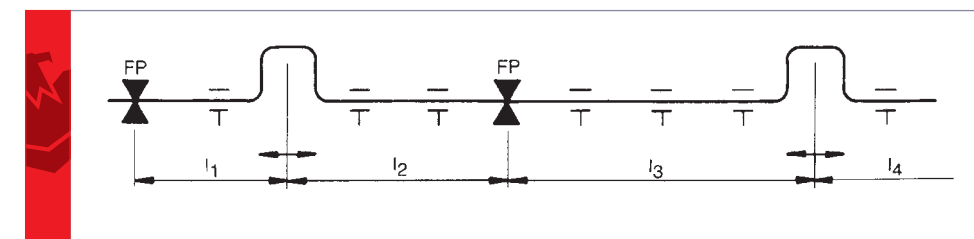
**ESEMPI GRAFICI** Mostriamo di seguito alcuni esempi di corretta installazione fuori traccia del sistema *Tuborama*, con le diverse tecniche adottate per tenere conto della dilatazione termica del materiale.



Punto fisso alla base della colonna montante



Punto fisso in una zona intermedia della colonna montante



Assorbimento di lunghezza con anello di compensazione in una condotta dritta



# 13. AVVERTENZE



**PREMESSA** L'impiego del **TUBORAMA** nella realizzazione degli impianti idrotermosanitari offre numerosi vantaggi di cui si è già data informazione nella presente Guida.

Per beneficiare a pieno di tali vantaggi è però indispensabile conoscere a fondo ogni aspetto inerente il prodotto che ci si appresta ad utilizzare. Nel seguito viene riportata una serie di importanti suggerimenti, indispensabili per poter utilizzare correttamente il **TUBORAMA**.

## CONDIZIONI DI ESERCIZIO

L'impiego del **TUBORAMA** nell'ambito delle condizioni di esercizio non crea assolutamente alcun problema al materiale. Al contrario **superare le condizioni limite di impiego può pregiudicare la resistenza del prodotto**. È quindi indispensabile prendere ogni provvedimento affinché ciò non accada, salvaguardando così non solo l'integrità del sistema, ma anche quella dell'utente dell'impianto.

## RAGGI ULTRAVIOLETTI

Il **TUBORAMA** non deve mai essere installato o immagazzinato in modo che possa sottostare all'azione dei raggi ultravioletti. L'esposizione a tali raggi provoca un fenomeno di invecchiamento del materiale, con conseguente perdita delle caratteristiche fisico-chimiche inizialmente possedute.



## CONTATTO CON CORPI TAGLIANTI

È necessario fare in modo che la superficie del tubo non venga a contatto con parti a spigolo vivo, le quali possono incidere la superficie innescando fenomeni di intaglio.

Questa precauzione deve essere tenuta in considerazione sia nell'operazione di installazione che in quella di immagazzinaggio.

Di conseguenza si dovrà evitare l'uso di tubi che presentino accidentali scalfitture o incisioni.



## TAGLIO DEI TUBI

Si suggerisce di utilizzare strumenti che permettano un taglio esente da bave e perpendicolare al tubo.



## CURVATURA

Per raggi molto ampi la curvatura può essere effettuata a freddo (vedi pag. 25).

Se si prevedono raggi di curvatura prossimi, ma non inferiori a 8 volte la misura del diametro del tubo, è opportuno riscaldare il tubo con aria calda (vedi pag. 31).





## RACCORDI CON FILETTATURA FEMMINA

Utilizzando i raccordi con filettatura femmina, si deve evitare di applicare coppie di serraggio elevate nella realizzazione di giunzioni con i raccordi maschi.

Consigliamo inoltre di non interporre eccessive quantità di canapa tra le parti da assemblare, o di usare materiali alternativi alla canapa, quali teflon o similari.

Si dovrà altresì tenere conto che la parte maschio abbia una sufficiente lunghezza destinata all'accoppiamento; generalmente è auspicabile che almeno un filetto rimanga libero dall'accoppiamento. Nel caso in cui le esigenze impiantistiche rendano necessario l'accoppiamento di un raccordo **TUBORAMA** ad un tubo od un raccordo in ferro, si consiglia l'impiego della raccorderia **TUBORAMA** con filetto maschio per realizzare tale unione.

## IMPIANTI A TEMPERATURA AMBIENTE $\leq 0^{\circ}\text{C}$

Si dovrà tenere conto che se il fluido trasportato è acqua, alla temperatura indicata avviene il seguente cambiamento di stato:

$T \leq 0^{\circ}\text{C}$   
liquido (acqua)  $\longrightarrow$  solido (ghiaccio)

accompagnato da un aumento di volume che comporta una maggiore sollecitazione del tubo. Tale sollecitazione può raggiungere valori non compatibili con le caratteristiche del PE-Xc.

Per questo motivo è quindi opportuno evitare l'instaurarsi del fenomeno descritto, prevedendo:

### 1) per impianti di riscaldamento:

- vuotamento se inattivo
- aggiunta di additivi antigelo  
(come nel caso di impianti di condizionamento)
- opportuna coibentazione

### 2) per impianti sanitari:

in tal caso il requisito di igienicità esclude ogni possibilità di abbassare il punto di gelo tramite l'aggiunta di additivi e si dovrà conseguentemente operare prevalentemente sul grado di isolamento delle tubazioni e, per i tratti più esposti, creare anelli di ricircolo.

N.B.

Molto frequentemente la coibentazione dei tubi viene erroneamente interpretata come soluzione di sicura affidabilità nel tempo, idonea a scongiurare il pericolo di raggiungimento del punto di gelo.

**È opportuno tenere presente che la coibentazione rappresenta una barriera il cui scopo è essenzialmente quello di ritardare l'instaurarsi di tale fenomeno, certamente non di escluderlo in assoluto.**





## PROCEDIMENTO

Il collaudo dell'impianto (secondo la norma ENV12108:2001) è fondamentale per la buona riuscita di un lavoro, permette infatti di accertarsi che, per qualsiasi causa, l'impianto eseguito non presenti eventuali punti di perdita.

Le operazioni da compiere sono le seguenti:

### - Ispezione a vista dei tubi e delle giunzioni

In tal modo si verifica che l'installazione dei tubi dei raccordi sia stata effettuata correttamente (a regola d'arte) e non vi siano parti accidentalmente danneggiate da corpi taglienti.

### - Prova idraulica di tenuta

Viene eseguita ad impianto ancora direttamente accessibile, riempiendo lo stesso con acqua a temperatura ambiente ed avendo cura di far fuoriuscire l'aria presente.

1. A riempimento effettuato ed a impianto chiuso, mettere lo stesso in pressione alla pressione di collaudo per 30 minuti (qualora si registri un abbassamento di pressione dovuto all'assestamento delle tubazioni, ripristinare la pressione ad intervalli di 10 minuti).

2. Leggere il valore di pressione, utilizzando apparecchiature con precisione di 0,1 bar, dopo 30 minuti. leggere il valore di pressione dopo altri 30 minuti: se la variazione è inferiore a 0,6 bar l'impianto non presenta perdite. Continuare il collaudo per altre 2 ore.

3. Leggere il valore di pressione dopo 2 ore, se la pressione diminuisce di oltre 0,2 bar nel sistema è presente una perdita, altrimenti il collaudo è positivo.

Per tratti di impianto è possibile omettere le operazioni di cui al punto 3.

**PRESSIONE DI COLLAUDO = PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO x 1,5**

Un uso appropriato del **TUBORAMA** e dei suoi raccordi, unitamente ad un attento collaudo, eviterà qualunque problema anche nei tratti o negli impianti destinati a convogliare acqua calda.

N.B.

Completata l'operazione di collaudo, all'impianto viene tolta la pressione di prova; a volte sarà opportuno vuotare totalmente l'impianto, specialmente se lo stesso è realizzato in zone soggette a raggiungere temperature prossime o inferiori a 0°C.

Tale avvertenza ha lo scopo di evitare eventuali rotture inaspettate e dovute a formazione di ghiaccio, su impianti che si presumono già collaudati e quindi esenti da qualunque inconveniente.

