

*Normative materiali*

**Condotte di PE-X  
per acqua calda e fredda**

Raccomandazioni  
dell'Istituto Italiano dei Plastici

*E' imminente la emissione di una nuova pubblicazione aggiornata*

## **INSTALLAZIONE DI CONDOTTE DI PE-X PER ACQUA CALDA E FREDDA**

**Raccomandazioni per l'installazione delle tubazioni  
di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi e freddi in pressione  
nei fabbricati civili ed industriali**

### **SOMMARIO**

**CAPITOLO 1: SCOPO**

**CAPITOLO 2: PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEL MATERIALE**

**CAPITOLO 3: CAMPI DI APPLICAZIONE**

**CAPITOLO 4: PRESCRIZIONI PER IL TRASPORTO E LO STOCCAGGIO**

**CAPITOLO 5: GIUNZIONI**

**CAPITOLO 6: PRESCRIZIONI GENERALI D'USO**

**CAPITOLO 7: COLLAUDO**

**CAPITOLO 8: CARATTERISTICHE GENERALI**

- Coefficiente di dilatazione termica
- Conduttività termica
- Resistività di volume
- Resistenza ai raggi ultravioletti (UV)
- Condizioni di esercizio
- Dimensioni
- Perdite di carico

NB. - Tutti i disegni riportati nel testo sono puramente indicativi.

---

## Capitolo 1

### SCOPO

La presente raccomandazione riguarda l'impiego di tubi di PE-X nell'edilizia civile ed industriale per il convogliamento di fluidi (in particolare acqua) freddi e caldi in pressione.

Queste raccomandazioni comprendono l'applicazione di tali tubi negli impianti idro-termo-sanitari.

Pur considerando la vastità del campo interessato, le raccomandazioni intendono fornire dei criteri di scelte al tecnico-progettista o all'impiantista-installatore.

## Capitolo 2

### PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEL MATERIALE

Le tubazioni impiegate per la realizzazione degli impianti, dovranno portare il contrassegno del marchio IIP-UNI che ne assicura la conformità alle norme UNI vigenti.

Il Direttore dei Lavori, al momento della consegna in cantiere, dovrà accertare l'esistenza di tale marchio sui materiali forniti e potrà richiedere all'Istituto Italiano dei Plastici una verifica di rispondenza.

I tubi e i raccordi da impiegare per la realizzazione degli impianti sono contemplati dalle seguenti norme:

- Norma UNI 9338 «Tubi di materie plastiche per condotte di fluidi caldi sotto pressione».

*Tubi di Polietilene Reticolato (PE-X) - Tipi, dimensioni e requisiti.*

- Norma UNI 9349 «Tubi di Polietilene Reticolato per condotte di fluidi caldi sotto pressione» - *Metodi di prova.*

- Progetto di norma UNIPLAST 454-1 Ottobre 1986 «Tubi di materie plastiche per condotte di fluidi caldi sotto pressione».

*Parte I - Generalità*

- Progetto di norma UNIPLAST 549 «Raccordi a giunzione meccanica per tubi di PE-X per trasporto di fluidi caldi in pressione» - *Tipi, dimensioni e requisiti.*

## Capitolo 3

### CAMPI DI APPLICAZIONE

La norma UNI 9338 prevede due tipi:

- tipo 314 ad uso non alimentare (esempio impianti di riscaldamento)
- tipo 315 ad uso alimentare (esempio impianti idro-sanitari e riscaldamento).

## Capitolo 4

### PRESCRIZIONI PER IL TRASPORTO E LO STOCCAGGIO

Tubi

Vengono generalmente forniti in imballi aventi lo scopo di:

- proteggere il materiale dai raggi U.V.
- evitare danni per contatto con corpi taglienti o abrasivi.

Normalmente sono approntati in rotoli e in barre.

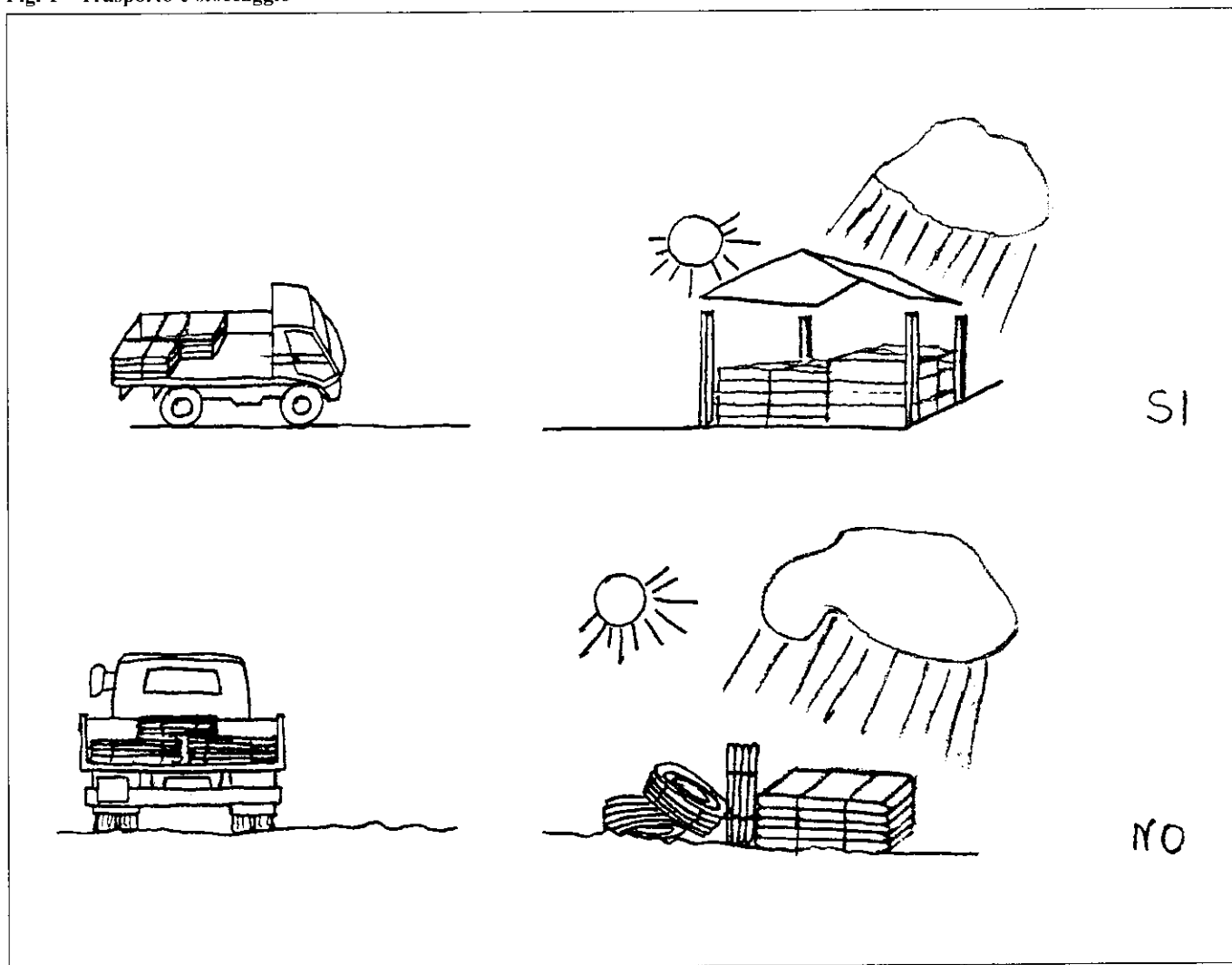
Durante il trasporto sarà sempre opportuno conservare il tubo nel suo imballo, comunque si dovrà sempre evitare di porre o far strisciare gli stessi su parti aguzze e tali da rompere gli imballi con scalfittura del tubo.

Lo stoccaggio dovrà avvenire in luoghi coperti aventi un piano d'appoggio privo di asperità (vedi fig. 1).

Raccordi

Questi pezzi sono generalmente metallici per cui non richiedono le stesse attenzioni dovute al tubo, è comunque sempre opportuno evitare operazioni che possano deformarli o comunque danneggiarli.

Fig. 1 - Trasporto e stoccaggio



## Capitolo 5

### GIUNZIONI

La caratteristica di infusibilità del PE-X, dovuta alla reticolazione, 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 del tubo sul raccordo assicura la tenuta idraulica e meccanica.

#### Raccordi

I raccordi da utilizzarsi per le giunzioni del PE-X sono contemplati dal Progetto Uniplast 549.

Generalmente sono prodotti in ottone e dopo le operazioni di finitura, subiscono un trattamento termico di ricottura allo scopo di annullare le tensioni meccaniche dovute alla lavorazione con asportazione del truciolo.

Qualunque sia la loro dimensione sono costituiti da almeno tre componenti base (vedi fig. 2):

- corpo portagomma
- ogiva o anello stringitubo
- dado di bloccaggio.

Tali componenti servono per realizzare raccordi dei seguenti tipi:

- manicotti
- gomiti a 90°
- T a 90°.

Ogni tipo di raccordo può essere distinto in:

- Intermedio: avente tutte le estremità allacciabili direttamente al tubo in PE-X dello stesso diametro  $D$ .
- Intermedio ridotto: avente un'estremità allacciabile direttamente al tubo di diametro  $D$  diverso da quello delle altre estremità.

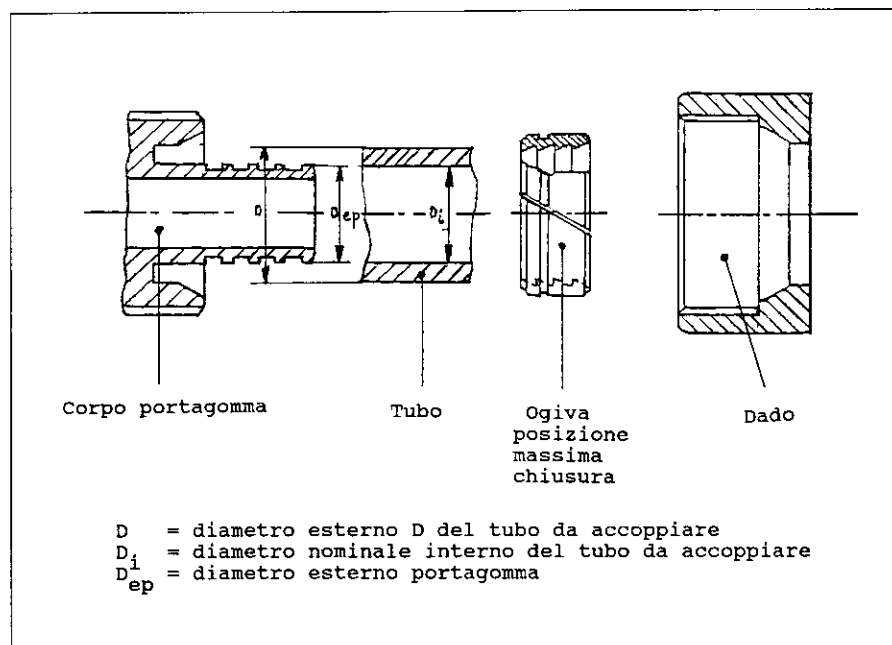


Fig. 2 - Schema geometrico raccordo

- Terminale maschio: avente un'estremità con filettatura maschio gas.
- Terminale femmina: avente un'estremità con filettatura femmina gas.

### Capitolo 6

## PRESCRIZIONI GENERALI D'USO

Taglio

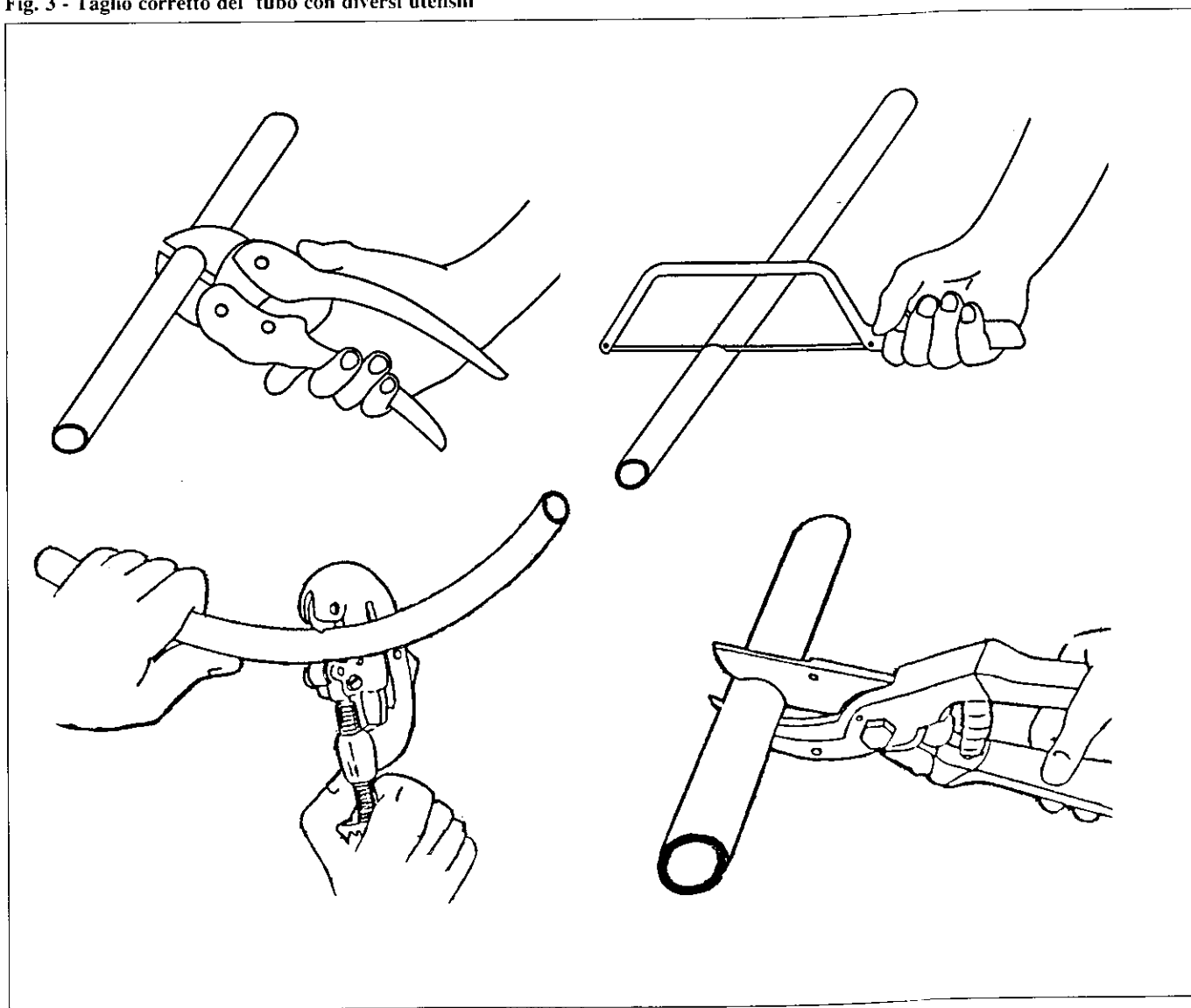
Il taglio del tubo va effettuato con apposita cesoia o lama tagliatubo, avendo cura che il taglio sia perpendicolare all'asse e sia esente da sbavature, onde assicurare un perfetto accoppiamento con gli appositi raccordi (vedi fig. 3).

Curvatura

Il tubo può essere curvato a freddo, avendo cura di rispettare i valori minimi indicati (vedi fig. 4).

$$\text{raggio min} \geq 8 D$$

Fig. 3 - Taglio corretto del tubo con diversi utensili



Per curvature particolari è possibile effettuare la curva a caldo, usufruendo per tale operazione di un apparecchio ad aria calda (non fiamme libere), avendo cura di riscaldare tutto il tratto interessato alla piegatura in modo uniforme (vedi fig. 5). A riscaldamento avvenuto il tubo, diventato semitrasparente, risulta estremamente duttile e quindi idoneo ad assumere la configurazione desiderata che permane dopo averne raffreddata la parte; se la configurazione ottenuta risulta errata, è possibile ripetere l'operazione.

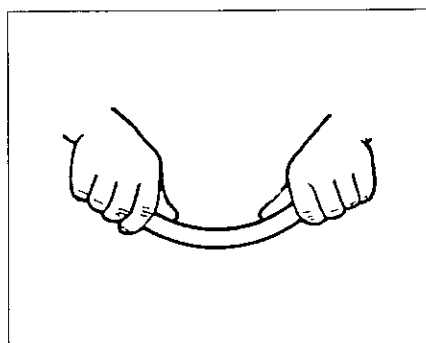


Fig. 4 - Curvatura a freddo

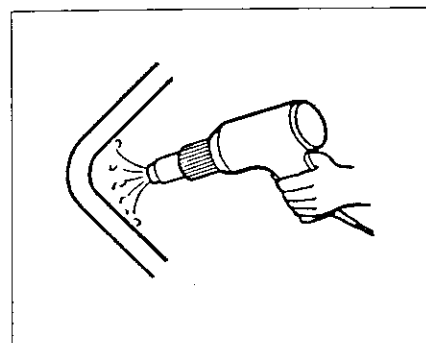


Fig. 5 - Curvatura a caldo

Nel caso di un tubo schiacciato, l'operazione descritta, servirà anche a far riprendere al tubo la configurazione iniziale. Se durante l'operazione di riscaldamento, la parte interessata presentasse segni di bruciatura, si dovrà evitare l'uso della stessa.

## Installazione

Il tubo di PE-X può essere installato:

- a vista;
- sotto traccia senza o con guaina di protezione.

### INSTALLAZIONE A VISTA

Per installazione a vista si intendono quelle parti di impianto che sono al di fuori delle opere murarie o delle strutture portanti dell'edificio. In tal caso e in considerazione della scarsa resistenza nel tempo del tubo ai raggi U.V., si dovrà prevedere una guaina protettiva di sicura affidabilità.

È inoltre indispensabile provvedere al fissaggio dei tubi mediante punti fissi, posti ad intervalli di 50 ÷ 100 cm, adottando gli intervalli minimi per le massime temperature di esercizio e viceversa, onde tenere conto della dilatazione e della conseguente ondulazione dei tubi stessi. In ogni caso il tubo potrà essere posto a vista solamente in posizioni non soggette ad essere calpestate o alla sovrapposizione dei pesi.

### INSTALLAZIONE SOTTO TRACCIA SENZA GUAINA DI PROTEZIONE

#### *Tubi destinati a convogliare acqua fredda*

Tale applicazione è consentita poiché non esistono problemi di compatibilità chimica tra il PE-X e gli eventuali elementi aggressivi contenuti nelle malte cementizie normalmente usate. Si dovrà comunque verificare che il tubo non venga a contatto con parti taglienti (schegge di mattoni forati, ecc.).

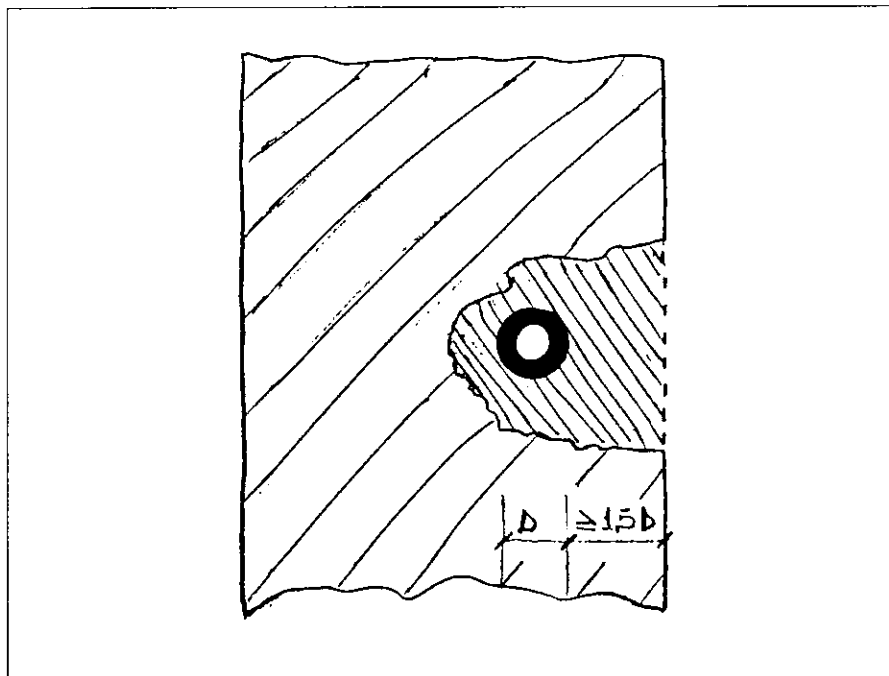


Fig. 6 - Tubo sotto traccia

Nel caso specifico, si dovrà tenere conto della dilatazione subita dal tubo alle condizioni di esercizio, e precisamente:

*Dilatazione longitudinale*, diventa trascurabile essendo impedita dalle parti circostanti.

*Dilatazione trasversale*, si dovrà tenere conto che, onde evitare fessurazioni degli intonaci e per pressioni di esercizio fino a 6 bar, il tubo dovrà essere ricoperto con uno spessore minimo di malta pari a 1,5 volte il diametro del tubo (vedi fig. 6).

Così facendo si attenua notevolmente anche l'instaurarsi del fenomeno della condensa.

*Tubi destinati a convogliare acqua calda.*

In questo caso oltre a tenere conto di quanto detto precedentemente, si dovrà anche ottemperare alle vigenti disposizioni di legge concernenti il contenimento dei consumi energetici.

La Legge n. 373 del 10-4-1976 ed il Decreto Ministeriale del 10-3-1977, impongono che tutte le tubazioni adibite al trasporto di acqua calda, devono essere coibentate con materiale isolante avente una conducibilità termica

$$\lambda \approx 0,035 \text{ kcal/mh } ^\circ\text{C}$$

Il tubo di PE-X, pur avendo una conducibilità molto bassa ( $\lambda \approx 0,37 \text{ kcal/hm } ^\circ\text{C}$ ), non soddisfa tal quale quanto richiesto dalla legge, per cui si dovrà provvedere ad un'opportuna coibentazione.

## RISCALDAMENTO A PANNELLI RADIANTI

### Definizione

Per riscaldamento a pannelli radianti (o impianto di riscaldamento a pavimento) si intende quello realizzato con una vasta superficie riscaldata, il pavimento, a mezzo di una fitta spirale di tubi nei quali circola

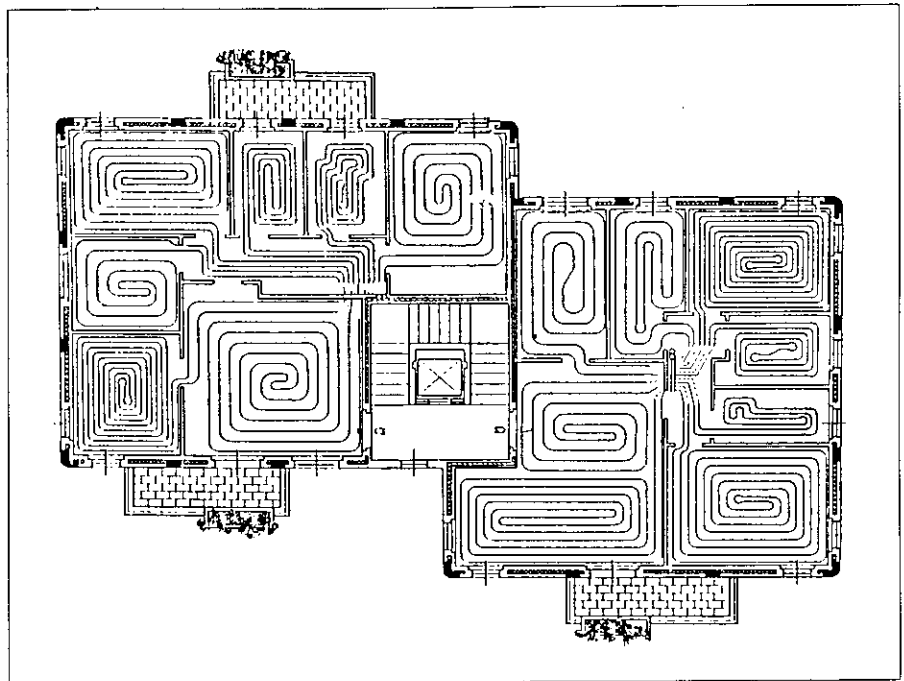


Fig. 7 - Realizzazione con pannello radiante

un fluido caldo. L'intera superficie riscaldata costituisce il vettore riscaldante. Data l'ampiezza del vettore riscaldante si renderà indispensabile una minore cessione specifica di calore ( $W/m^2$ ) e conseguentemente consentirà l'uso di un fluido riscaldante a temperatura ridotta.

#### *Campo d'impiego*

nell'edilizia:

- edilizia residenziale: case mono e plurifamiliari;
- edilizia industriale: capannoni per attività produttive, magazzini, laboratori;
- edifici pubblici: chiese, musei, biblioteche, scuole, palazzi dello sport, piscine, ristoranti, grandi magazzini;

nelle superfici all'aperto:

- per il riscaldamento di serre;
- per sciogliere la neve ed evitare la formazione di ghiaccio in parcheggi, piste aeroportuali, rampe, superfici di traffico in genere, campi sportivi.

La presente raccomandazione per l'installazione di tubi di PE-X si riferisce fondamentalmente al loro impiego nell'edilizia (vedi fig. 7).

#### *Descrizione del sistema*

L'impianto a pannelli radianti deve così essere strutturato partendo dalla soletta:

##### *Sistema tradizionale (ad umido)*

*Isolamento.* Sulla soletta, che non deve presentare prominente o avvallamenti, deve essere posato uno strato di materiale isolante affinché vengano abbattuti i ponti termici con le strutture. I materiali normalmente impiegati a tale scopo sono il polistirolo e il poliuretano espansi.

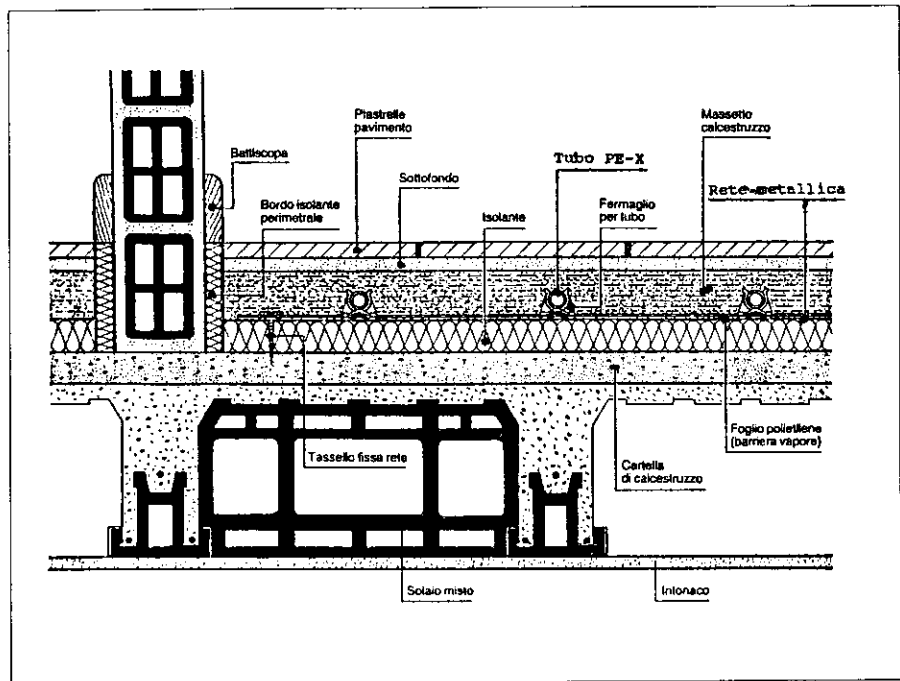


Fig. 8 - Sezione pannello radiante (sistema a umido)

Ai lati della soletta di ogni singolo locale, dove è installato l'impianto di riscaldamento a pavimento, si deve posare una fascia perimetrale di isolante che, oltre ad abbattere i ponti termici, permette al massetto di dilatarsi liberamente.

*Barriera antivapore.* Sull'isolamento deve essere posata una barriera impermeabile; normalmente realizzata con un foglio di materiale plastico (ad esempio fogli di PE). Essa deve essere resa perfettamente stagna sovrapponendo le giunte e sigillandole con un apposito nastro adesivo.

*Sistema di fissaggio dei tubi.* Normalmente si posa una rete metallica elettrosaldata alla quale si fissano i tubi di PE-X mediante fascette o clips. Questa operazione va eseguita con la massima cura poiché se il tubo non è ben fissato, in fase di getto del calcestruzzo esso può staccarsi.

*Getto di calcestruzzo.* Il getto va eseguito con normale calcestruzzo a granulometria media; essendo il calcestruzzo il vettore riscaldante non deve essere assolutamente usato calcestruzzo alleggerito o comunque contenente materiale isolante.

Al fine di evitare bolle d'aria o ritiri difforni del massetto si raccomanda particolare cura nella preparazione e nella posa del calcestruzzo. Poiché il getto viene fatto direttamente sui tubi viene chiamato sistema ad «umido» (vedi fig. 8).

All'impianto di riscaldamento a pannelli radianti sopra descritto, che è quello tradizionale, si può aggiungere il sistema premontato correntemente usato.

Questo tipo di pannello, che include l'isolamento, la barriera antivapore ed il sistema ad incastro per il fissaggio dei tubi, va posato sulla soletta agganciando un elemento con l'altro ed inserendo i tubi negli incastri. Il getto del calcestruzzo va eseguito seguendo le istruzioni del sistema tradizionale.

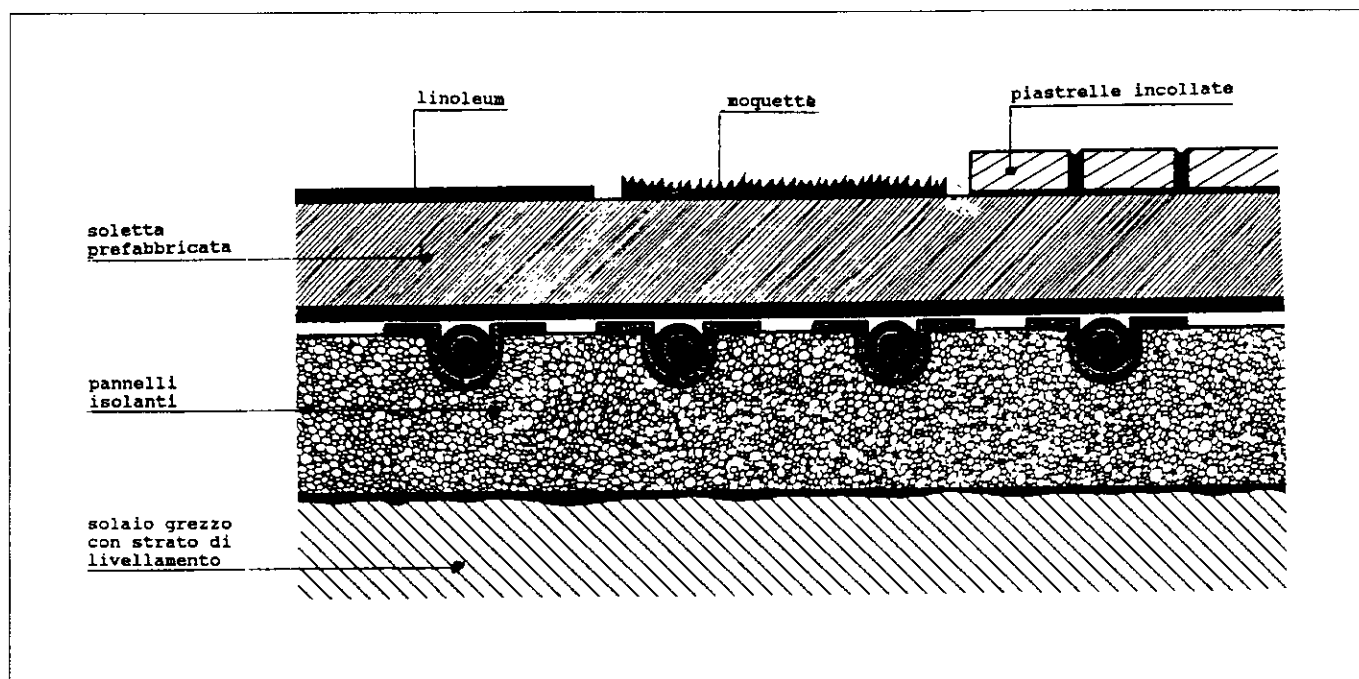


Fig. 9 - Sezione pannello radiante (sistema a secco)

#### *Sistema a secco*

Questo sistema prevede l'impiego di blocchi prefabbricati di calcestruzzo al posto del getto eseguito direttamente sui tubi; non è obbligatoria la barriera antivapore (vedi fig. 9).

#### *Dimensionamento dell'impianto*

Particolare cura va posta nel dimensionamento dell'impianto poiché eventuali errori non si possono più correggere ad impianto ultimato. Nel calcolo dell'emissione termica, si dovrà porre attenzione ai valori di conducibilità dei materiali utilizzati.

#### *Configurazione del circuito*

Si consiglia di utilizzare sempre la configurazione a spirale e non quella a serpentina, con la spirale si ha un perfetto equilibrio termico e non si corre il rischio di schiacciare il tubo nelle curve in caso di interassi ridotti (vedi fig. 7).

#### *Scelta dei tubi e dei raccordi*

I tubi di PE-X da impiegare negli impianti di riscaldamento a pannelli radianti sono quelli della serie PN 10. I singoli circuiti che compongono l'impianto devono essere realizzati con un unico tratto di tubo e non con più spezzoni giuntati.

#### *Posa dei tubi*

*Srotolamento.* Dovendo posare tratti molto lunghi di tubo, si deve avere l'avvertenza di lasciare libero il manufatto di svolgersi così come è stato bobinato, senza provocare rotazioni sul suo asse (torsioni) che, oltre a creare tensioni nelle pareti, renderebbero più difficile il suo ancoraggio allo strato di materiale isolante.

---

*Livellamento.* Grande cura dovrà essere posta nel livellamento delle spirali, poiché un'imperfetta planarità porterebbe alla formazione di bolle d'aria all'interno dei tubi e ad un insufficiente annegamento degli stessi nel calcestruzzo. In ogni caso lo spessore del calcestruzzo al di sopra dei tubi non deve essere inferiore a  $1,5 D$  e comunque minore a 3 cm.

#### INSTALLAZIONE SOTTO TRACCIA CON GUAINA DI PROTEZIONE

Per guaina di protezione generalmente si intende qualunque tipo di copertura tubolare (frequentemente trattasi di guaina plastica corrugata o liscia) posta attorno al tubo ma non solidale con lo stesso, in modo da evitare il diretto contatto delle pareti del tubo con le opere murarie, senza però impedirne lo spostamento o lo scorrimento nel suo interno. Tale applicazione trova oggi sempre maggiori consensi poiché, un'oculata scelta dei componenti consente di realizzare impianti sanitari o termici equivalenti a quelli elettrici per quanto concerne l'intercambiabilità dei tubi.

NB. - Per tutti i tipi di installazione, ma in particolare per quelli che prevedono una guaina di protezione, è buona norma mantenere i raggi di curvatura più ampi possibili onde evitare l'eventualità di schiacciamenti causati dalla dilatazione in corrispondenza di curvature troppo strette.

#### IMPIANTI CON TUBI INTERCambiabili

L'utilizzazione del tubo di PE-X, data la sua flessibilità, consente di realizzare un sistema di distribuzione impiantistica in cui tutti i componenti, inseriti nelle strutture edilizie, risultano ispezionabili.

Impianti con queste caratteristiche possono essere realizzati sia per l'alimentazione (mandata e ritorno) degli impianti di riscaldamento a radiatori (vedi fig. 10), che per distribuzioni idrosanitarie (vedi fig. 11). Il sistema «sfilabile» trova applicazione nelle nuove costruzioni ma è anche ben inseribile negli interventi di recupero edilizio.

La distribuzione, per consentire la sfilabilità e l'ispezionabilità, può avvenire unicamente prevedendo l'uso di un'opportuna guaina di protezione, abbinata ad una metodica impiantistica come è il sistema «a collettore».

Tale impianto è sostanzialmente costituito dai seguenti elementi:

##### *Centralina di comando e distribuzione*

Costituita dai collettori acqua fredda e calda per l'idrosanitario; mandata e ritorno per l'impianto di riscaldamento.

Generalmente sono realizzati in ottone e alloggiati in una cassetta che è incassata nella parete e accessibile dall'esterno.

##### *Scatola di presa d'acqua*

È solitamente prodotta in materiale plastico, il suo compito è quello di alloggiare il raccordo (generalmente in ottone) di collegamento alle utenze permettendone l'ispezionabilità. Il corpo scatola è comunque incassato nella parete.

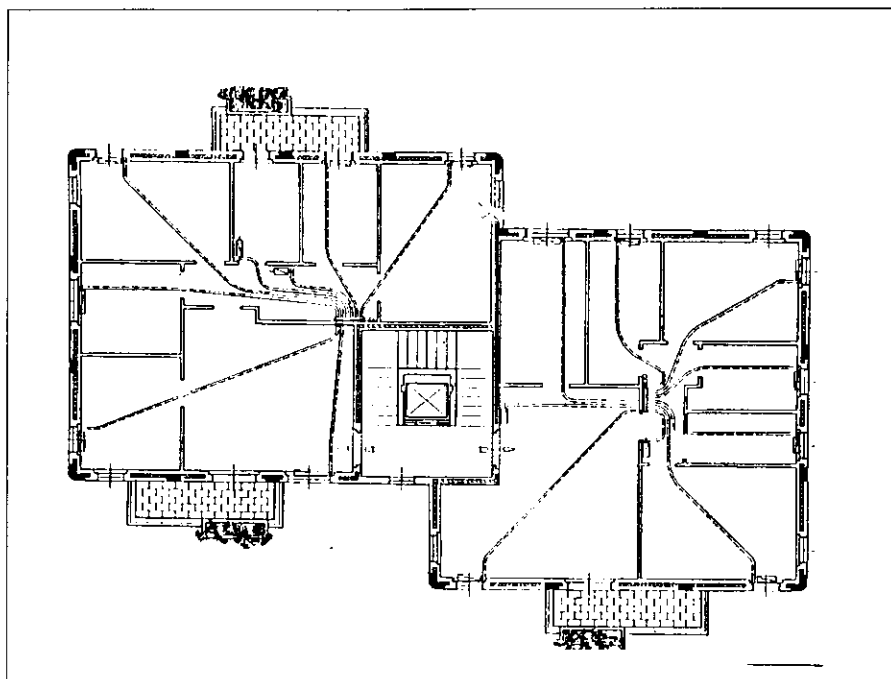


Fig. 10 - Realizzazione impianto riscaldamento a radiatore

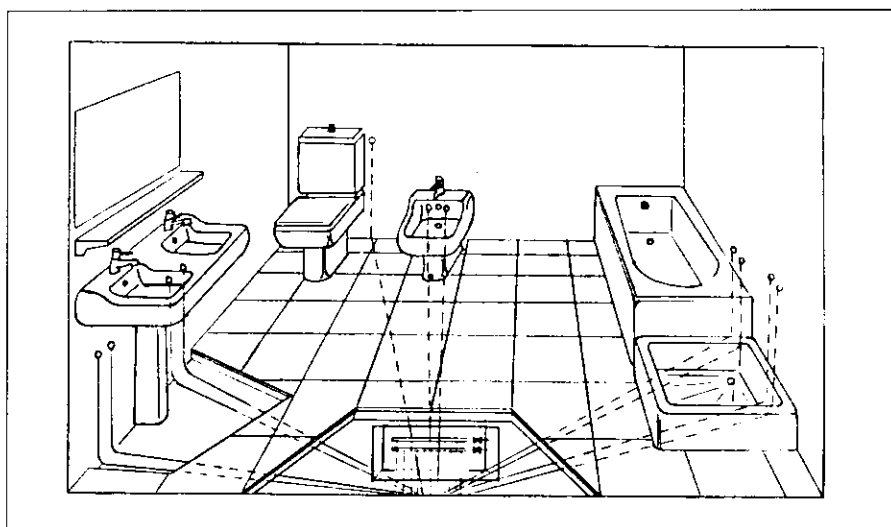


Fig. 11 - Realizzazione impianto distribuzioni sanitarie

#### *Guaina di collegamento centralina-scatola*

È una guaina flessibile di dimensioni adeguate per consentire l'inserimento del tubo nonché per essere posta sia sotto il pavimento che dentro la parete. A tale guaina è richiesta una notevole elasticità, poiché l'eventuale schiacciamento dovuto a carichi accidentali deve annullarsi alla rimozione del carico stesso.

Nell'operazione di posa della guaina, si deve porre particolare attenzione nell'esecuzione delle curvature, che dovranno avere i raggi minimi non inferiori a quelli consentiti onde garantire la facile operazione di infilaggio e sfilaggio del tubo.

#### *Tubazione di PE-X*

Avente le dimensioni idonee in funzione delle utenze da servire.

---

## Capitolo 7

### COLLAUDO

Lo scopo del collaudo dell'impianto è sempre quello di evidenziare, al minor costo, gli eventuali punti di perdita idraulica, indipendentemente dalle cause che le hanno generate. Normalmente tali operazioni devono effettuarsi in due fasi: la prima è fatta a impianto parzialmente scoperto e tale da evidenziare facilmente le eventuali perdite onde porvi rimedio; la seconda è quasi sempre prevista dai contratti di appalto e garantirà l'utente sulla rispondenza dell'impianto ai requisiti richiesti. Dal punto di vista dell'installazione, sicuramente la prima fase risulta essere la più importante ed è quindi quella alla quale si dovrà porre maggiore cura.

Nell'uso di tubazioni di PE-X, oltre all'attenzione dovuta ai punti di giunzione, si dovrà controllare anche l'integrità dei tubi, pur essendo gli stessi collaudati dal produttore come richiesto dalla norma UNI 9338; conseguentemente il collaudo consisterà nel compiere le seguenti operazioni:

#### *Ispezione a vista dei tubi*

Allo scopo di evitare di lasciare installati quei tubi che accidentalmente siano stati danneggiati da corpi taglienti.

#### *Ispezione a vista delle giunzioni*

Allo scopo di assicurarsi che i dati di bloccaggio dei raccordi siano sufficientemente serrati.

#### *Prova idraulica di tenuta*

Allo scopo di assicurarsi che in nessun punto dell'impianto vi siano perdite. Essa va eseguita rispettando le seguenti modalità:

- a) prima di ricoprire totalmente l'impianto, con malta cementizia o calcestruzzo, si dovrà riempire lo stesso con acqua a temperatura ambiente avendo cura di espellere le eventuali bolle d'aria;
- b) a riempimento effettuato e ad impianto chiuso, si metterà lo stesso, per 24 ore, ad una

Pressione di collaudo = PN (pressione nominale del tubo)

- c) dopo il tempo indicato e, con impianto in pressione, un'ispezione visiva assicura l'installatore dell'assenza di punti di perdita.

Un uso appropriato dei tubi di PE-X e dei suoi raccordi, unitamente ad un attento collaudo, eviterà qualunque problema anche nei tratti o negli impianti destinati a convogliare acqua calda.

NB. - Completata l'operazione di collaudo, all'impianto verrà 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 dovute a formazione di ghiaccio, su impianti che si presumono già collaudati e quindi esenti da qualunque inconveniente.

## Capitolo 8

### CARATTERISTICHE GENERALI

Il polietilene reticolato PE-X è ottenuto da polimeri dell'etilene, aventi massa volumica

$$0,940 \div 0,965 \text{ g/cm}^3$$

tramite una reazione di reticolazione avente lo scopo di migliorare la resistenza chimica, meccanica e termica.

Un'immediata conseguenza della reticolazione è che il PE-X non fonde, quindi le giunzioni con i raccordi avvengono mediante azione meccanica non potendosi effettuare la giunzione mediante saldatura.

NB. - L'infusibilità esclude qualunque possibilità di uso di materiale reticolato rigenerato.

Coefficiente di dilatazione termica lineare

$$1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/m } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (valore medio compreso tra } 20 \text{ e } 100 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

Conduttività termica

$$1 \approx 0,37 \text{ kcal/mh } ^\circ\text{C}$$

Resistività di volume

Il PE-X, come quasi tutti i materiali plastici, è un pessimo conduttore elettrico a causa dell'elevato valore della resistività di volume

$$\rho > 1 \cdot 10^6 \text{ } \Omega \text{ cm}$$

Resistenza ai raggi ultravioletti (U.V.)

Il PE-X ha una resistenza di raggi U.V. migliore del polimero di base utilizzato; poiché il miglioramento non raggiunge livelli tali da consentirne l'impiego diretto ai raggi U.V. per tempi sufficientemente lunghi, se ne sconsiglia l'uso che prevede l'esposizione diretta alla luce senza opportuna protezione.

Si fa inoltre presente che la scarsa opacità dei tubi, potrebbe, qualora essi siano esposti alla luce, dar luogo allo sviluppo di alghe dovute a microorganismi già presenti nell'acqua.

La relazione tra la sollecitazione alla pressione interna e le dimensioni del tubo, è rappresentata dalla seguente formula

$$p = \frac{20 \cdot s \cdot \sigma}{D - s}$$

in cui:

p = pressione interna	bar
s = spessore del tubo	mm
$\sigma$ = sollecitazione equivalente	N/mm <sup>2</sup> (MPa)
D = diametro esterno del tubo	mm

I valori della pressione, ottenuti utilizzando il  $\sigma$  estrapolato dalle curve di regressione (vedi diagramma 1), rappresentano un valore limite di rottura al tempo prefissato. Per motivi di sicurezza si considera un

$$\text{fattore di sicurezza} = 1,3$$

esempio

$$\text{Pressione max eser.} = \frac{\text{Pressione max di rott.}}{1,3}$$

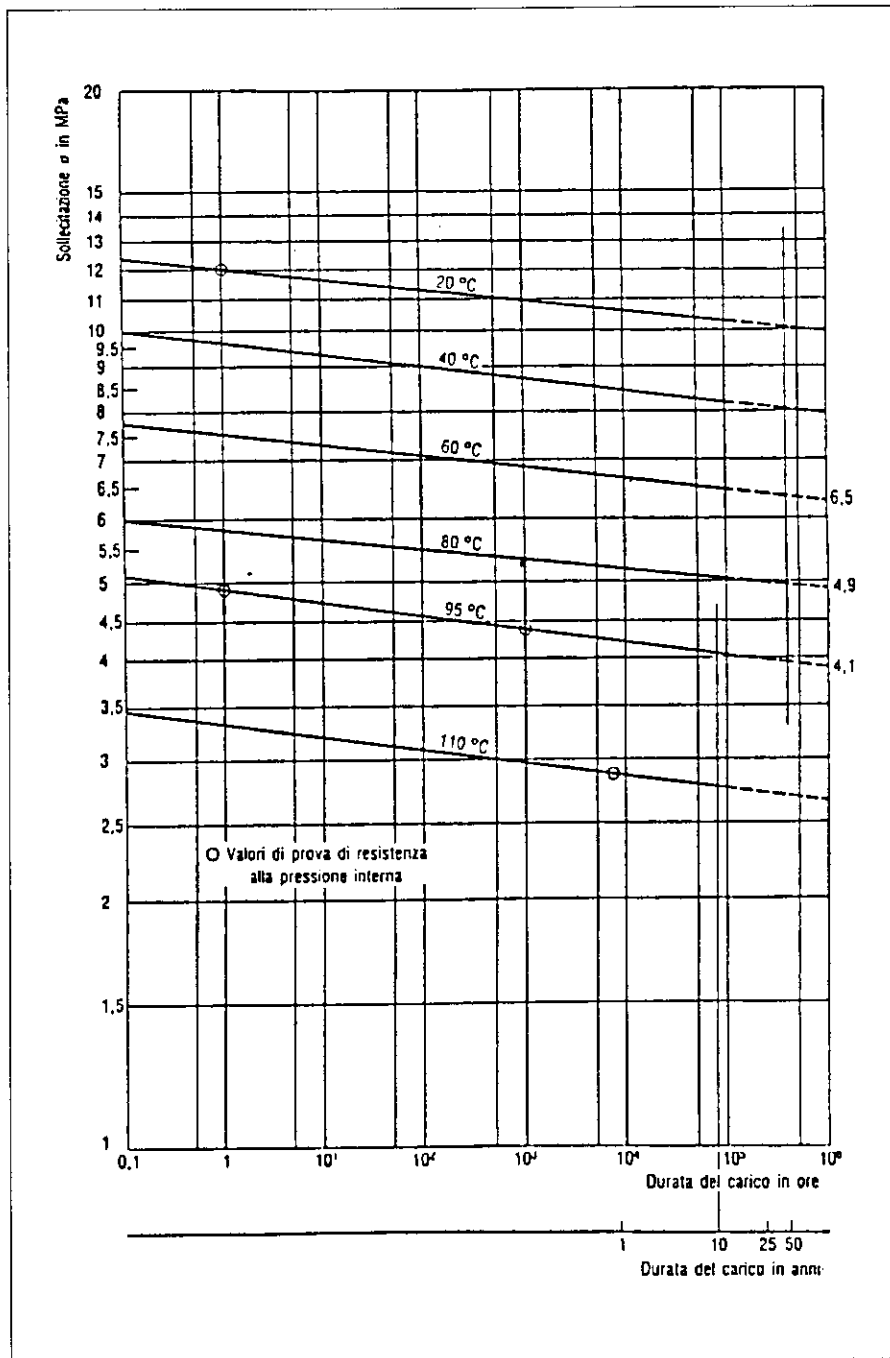
Le condizioni massime di esercizio per il convogliamento di acqua, sono riportate nel seguente prospetto

**Condizioni massime di esercizio**

Temperatura °C	Durata in esercizio continuo anni	Pressione max di esercizio bar	
		PN 10	PN 16
≤ 60	50	10	16
≤ 80	50	6	10
≤ 95	10	6	10

*Definizione PN:* Pressione nominale PN è il valore in bar di una pressione convenzionale in base alla quale i tubi vengono calcolati e scelti per l'impiego. Essa corrisponde alla pressione interna massima ammissibile per servizio continuo alla temperatura di 20 °C per il convogliamento di acqua.

**Diagramma 1**



TEMPERATURA DI ESERCIZIO  $> 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

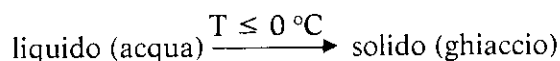
In genere una tubazione è sempre sottoposta ad una sollecitazione che è la risultante di una sollecitazione meccanica (prevalentemente dovuta alla pressione interna) e di una sollecitazione termica (dovuta alla temperatura del fluido trasportato). Salvo casi particolarissimi e praticamente inesistenti, le sollecitazioni in gioco non hanno mai carattere di continuità. In effetti sia la pressione che la temperatura risultano essere grandezze variabili nel tempo, quindi, i tubi unitamente a tutti gli accessori (tra cui i raccordi) sono sollecitati a fatica e conseguentemente insieme alla pressione e alla temperatura interviene anche la durata.

Il parametro tempo è di fondamentale importanza per tutti i materiali; per quelli plastici la sua correlazione con le sollecitazioni esistenti è rappresentata dalle «curve di regressione» che sono specifiche per ogni tipo di materiale e che, ottenute sperimentalmente, rappresentano la condizione limite di rottura nel tempo.

Il diagramma 1 rappresenta le curve di regressione del PE-X previste dalla norma UNI 9338

TEMPERATURA DI ESERCIZIO  $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

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



accompagnato da un aumento di volume che comporta una maggiore sollecitazione del tubo.

Poiché tale sollecitazione può raggiungere valori non compatibili con le caratteristiche del PE-X, è opportuno evitare l'instaurarsi di tale fenomeno prevedendo:

- 1) *per gli impianti di riscaldamento*
  - vuotamento se inattivo
  - aggiunta di additivi antigelo
  - opportuna coibentazione

- 2) *per gli impianti idrosanitari*

in tal caso, il requisito di igienicità richiesto esclude ogni possibilità di abbassare il punto di gelo tramite l'aggiunta di additivi; si dovrà conseguentemente operare prevalentemente sul grado di isolamento delle tubazioni prevedendo un'opportuna coibentazione unitamente per i tratti più esposti ad anelli di ricircolo.

NB. - 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.

La norma UNI 9338 prevede due classi di tubi PN 10 e PN 16 delle quali si riporta il prospetto dimensionale (vedi tabella 1). Nei diagrammi 2-3-4 si riporta le perdite di carico per i tubi di maggiore impiego e per le temperature 10-50-80 °C.

Diagramma 2 - Perdita di carico a 10 °C

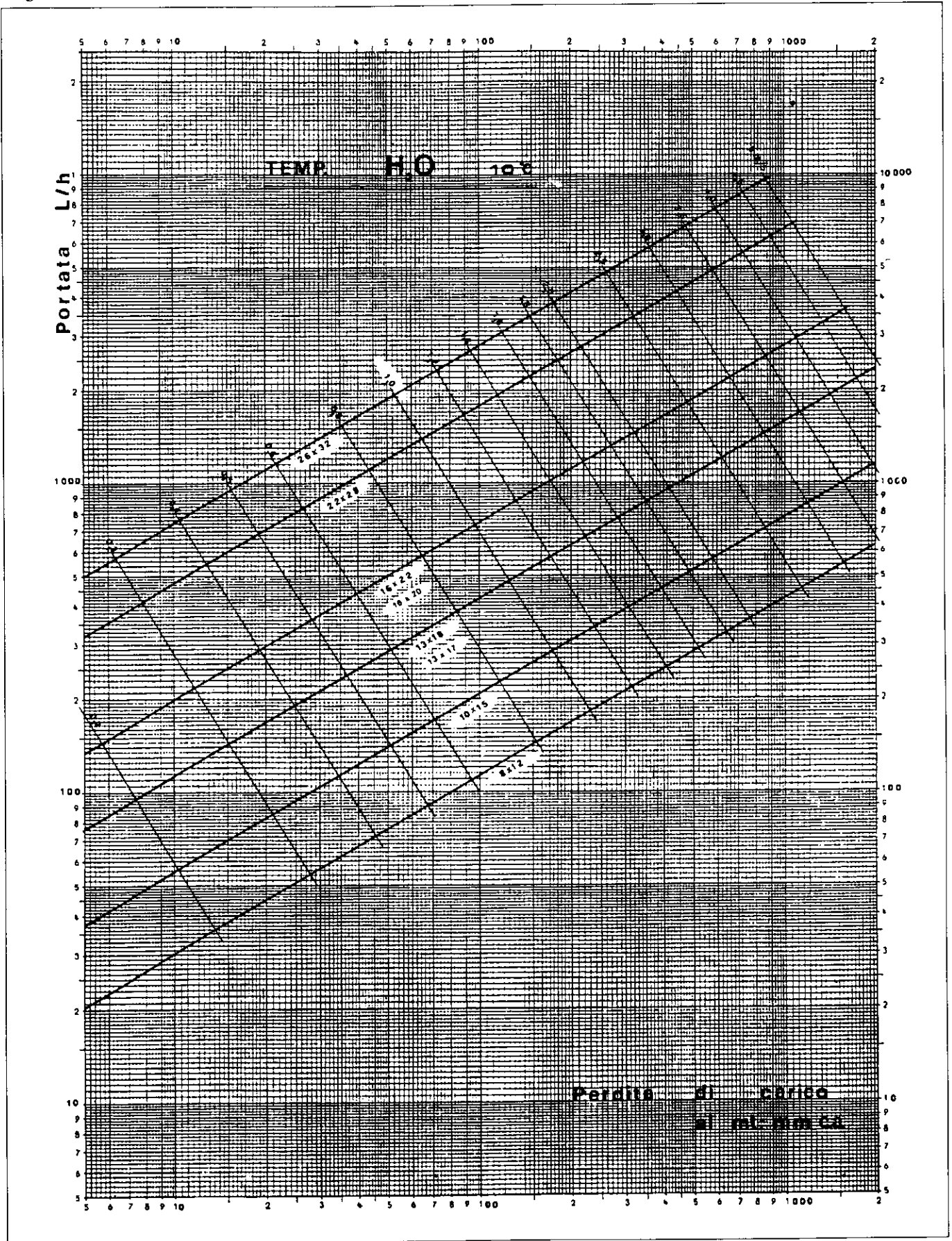


Diagramma 3 - Perdita di carico a 50 °C

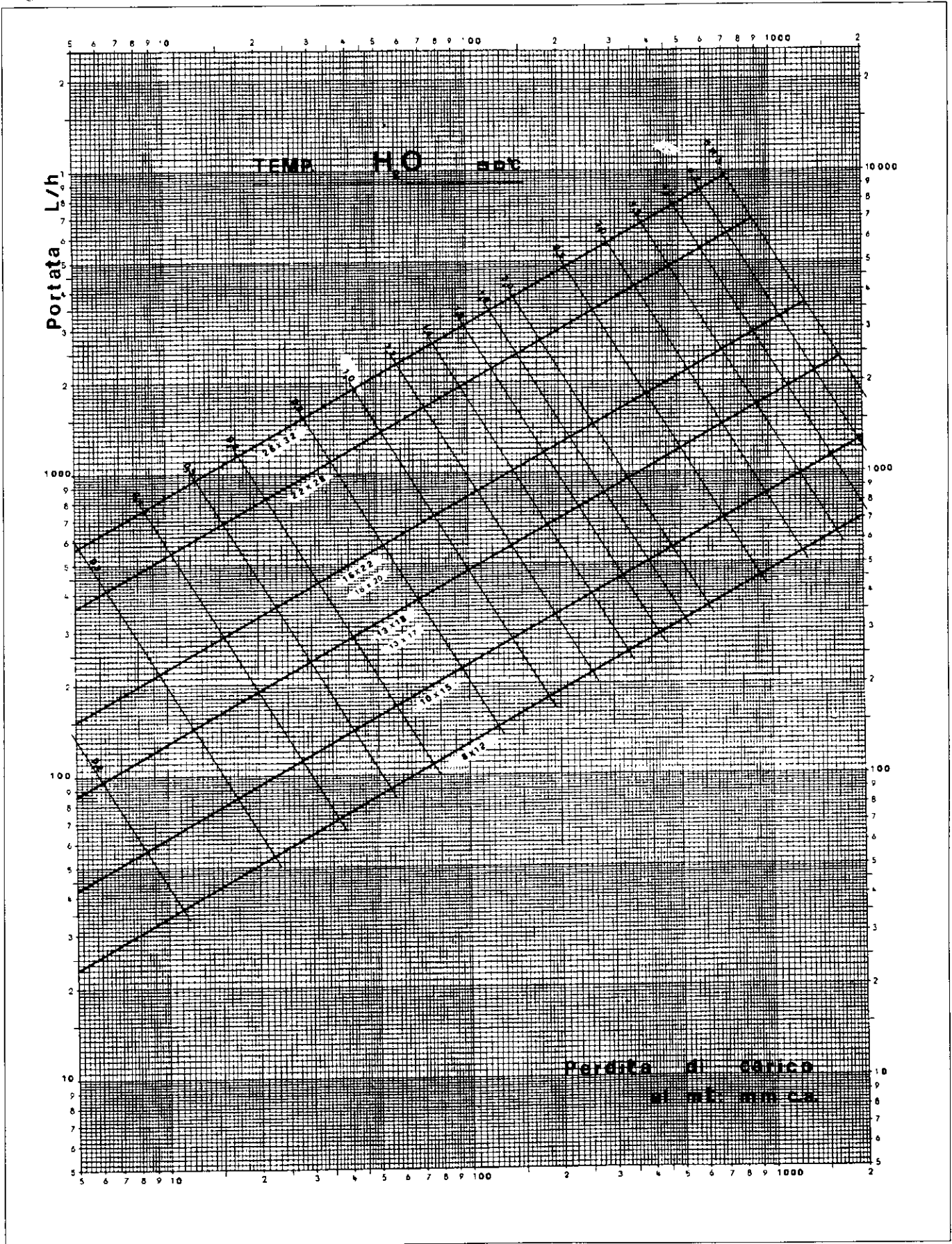


Diagramma 4 - Perdita di carico a 80 °C

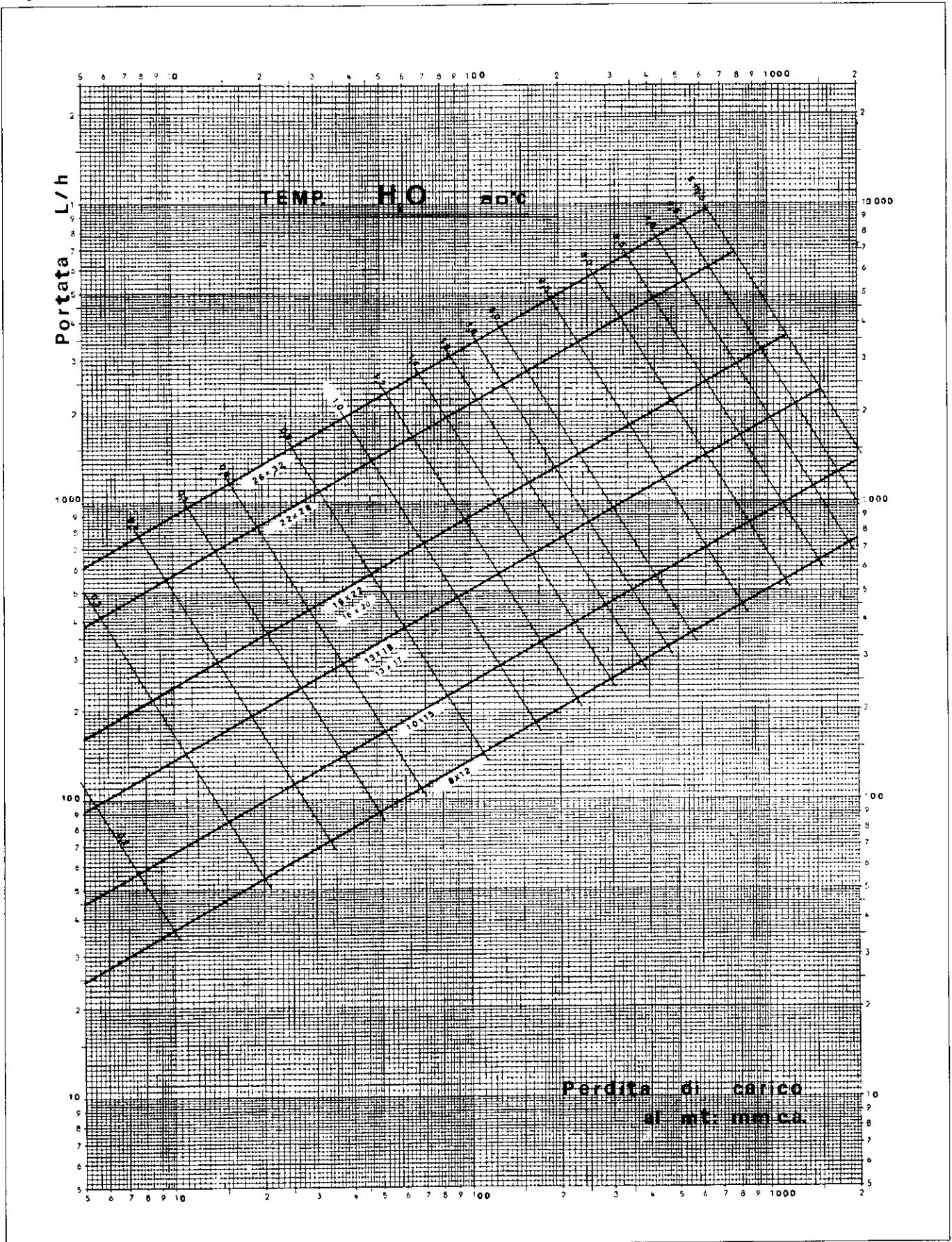


Tabella 1 - Dimensioni in mm

D	Diametro esterno medio $D_{em}$	Spessori	
		PN 10	PN 16
10	$10 + 0,3$ 0	—	$1,8 + 0,1$ 0
12	$12 + 0,3$ 0	—	$2,0 + 0,2$ 0
14	$14 + 0,3$ 0	—	$2,0 + 0,2$ 0
15	$15 + 0,3$ 0	$2,0 + 0,2$ 0	$2,5 + 0,2$ 0
16	$16 + 0,3$ 0	$2,0 + 0,2$ 0	$2,2 + 0,2$ 0
17	$17 + 0,3$ 0	$2,0 + 0,2$ 0	$2,3 + 0,2$ 0
18	$18 + 0,3$ 0	$2,0 + 0,2$ 0	$2,5 + 0,2$ 0
20	$20 + 0,3$ 0	$2,0 + 0,2$ 0	$2,8 + 0,2$ 0
22	$22 + 0,3$ 0	$2,0 + 0,2$ 0	$3,0 + 0,3$ 0
25	$25 + 0,3$ 0	$2,3 + 0,2$ 0	$3,5 + 0,3$ 0
28	$28 + 0,3$ 0	$3,0 + 0,3$ 0	$4,0 + 0,3$ 0
32	$32 + 0,3$ 0	$3,0 + 0,3$ 0	$4,4 + 0,4$ 0
40	$40 + 0,4$ 0	$3,7 + 0,3$ 0	$5,6 + 0,5$ 0
50	$50 + 0,5$ 0	$4,6 + 0,4$ 0	$6,9 + 0,6$ 0
63	$63 + 0,6$ 0	$5,8 + 0,5$ 0	$8,7 + 0,8$ 0
75	$75 + 0,7$ 0	$6,9 + 0,6$ 0	$10,4 + 1,0$ 0
90	$90 + 0,9$ 0	$8,2 + 0,8$ 0	$12,5 + 1,0$ 0
110	$110 + 1,0$ 0	$10,0 + 1,0$ 0	$15,2 + 1,0$ 0

La presente raccomandazione è stata elaborata presso l'Istituto italiano dei Plastici da un gruppo di studio costituito dai Signori:

Ermanno Codecasa  
 Maurizio Esitini  
 Piero Ferretti  
 Giancarlo Maltagliati  
 Francesco Medici  
 Marco Premoli  
 Fausto Ronchi  
 Nicola Sperti (Coordinatore)

Istituto Italiano dei Plastici  
 Assital  
 Raccorderie Bresciane S.p.A.  
 Resine B.T.Z. S.r.l.  
 I.C.I.T.E.  
 Interme S.p.A.  
 Scantec S.p.A.  
 Prandelli S.p.A.