

# **WÜRTH**

# **TERMOTECNICA**

**Manuale tecnico**



# INDICE

## Tubazioni Prineto..... 3

Caratteristiche delle tubazioni <b>Prineto</b> .....	5
Norme.....	5
Materia prima.....	5
Produzione.....	5
Reticolazione.....	5
Garanzia di qualità mediante controllo esterno.....	5
Bassa rumorosità.....	5
Resistenza chimica.....	5
Stoccaggio.....	5
Colpi d'Ariete.....	5
Sedimentazioni.....	5
Contenuto d'acqua.....	5
Caratteristiche fisico-meccaniche del PE-X e PE-MDX.....	5
Tubo Stabil.....	6
Tubo Flex.....	6
Tubo Riscaldamento.....	6
Tubo RAP PE-X.....	7
Tubo RAP PE-MDX.....	7
Dati tecnico-dimensionali dei tubi <b>Prineto</b> .....	8
Condizioni d'esercizio dei tubi <b>Prineto</b> .....	9
Resistenza all'invecchiamento.....	10
Dilatazione termica lineare e compensatori di dilatazione angolari.....	12
Fascette a punto fisso e di scorrimento.....	15
Inflessione dei tubi flessibili PE-X.....	16
Lavorazione a basse temperature.....	16
Messa a terra.....	16
Curvatura.....	16
Distanza minima tra i raccordi.....	17
Isolamento delle tubazioni.....	18
Isolamento reti d'acqua fredda sanitaria.....	18
Isolamento reti di fluidi riscaldati.....	19
Tubazioni preisolate.....	21
Tubi <b>Prineto</b> preisolati.....	21
Tubo Multistrato <b>Würth</b> preisolato.....	22

## Raccordi Prineto.....25

Raccordi.....	26
Materiale.....	26
Raccordi filettati.....	26
Corrosione esterna.....	26
Filettatura.....	27
Passaggio ad altri sistemi.....	27
Coefficienti di perdita di carico localizzata dei raccordi <b>Prineto</b> .....	28

## Tecnica di giunzione del sistema Prineto .....29

Caratteristiche delle giunzioni <b>Prineto</b> .....	30
Panoramica attrezzature.....	31
Individuazione sistema a colori.....	32
Preparazione della procedura d'espansione.....	33
Espansione.....	34
Inserimento del raccordo.....	35
Procedura di compressione della boccola.....	36

## Impianti idrico sanitari Prineto .....37

Nozioni generali.....	39
Contenuto d'acqua dei tubi <b>Prineto</b> per installazioni idrico sanitarie.....	40
Corrosione esterna.....	40
Utilizzo con scaldacqua istantanei.....	41
Utilizzo con cavi elettrici elettroriscaldanti.....	41
Regola di flusso in installazioni miste.....	41
Disinfezione.....	41
Acqua piovana.....	41
Prova di pressione degli impianti idrico sanitari.....	42
Protocollo di prova pressione per impianto idrico sanitario.....	42
Esempi di montaggio terminali <b>Prineto</b> .....	44
Rubinetto d'arresto <b>Prineto</b> .....	46
Rubinetto d'arresto corto <b>Prineto</b> .....	47
Progettazione e dimensionamento degli impianti idrico sanitari.....	48
Perdite di carico dei tubi <b>Prineto</b> negli impianti idrico sanitari.....	52

## Impianti di riscaldamento tradizionale Prineto .....57

Nozioni generali.....	59
Installazione.....	60
Additivi per acqua di riscaldamento.....	60
Corrosione esterna.....	60
Principali tipologie di distribuzione delle tubazioni.....	61
Esempi di allacciamento ai radiatori.....	62
Valvole termostatiche a bassa inerzia termica.....	63
Dichiarazione di conformità delle valvole termostatiche.....	65
Prova di pressione degli impianti di riscaldamento.....	66
Protocollo di prova pressione per impianto di riscaldamento.....	67

Progettazione e dimensionamento dell'impianto di riscaldamento.....	68
Metodo di calcolo semplificato della rete di riscaldamento.....	69
Esempio di calcolo semplificato per un appartamento in un edificio plurifamiliare.....	70
Perdite di carico dei tubi <b>Prineto</b> negli impianti di riscaldamento (60°C).....	72

## **Impianti di riscaldamento a pavimento RAP.....87**

Nozioni generali.....	88
Riscaldamento a pavimento.....	88
Vantaggi degli impianti a pannelli radianti.....	88
Diffusione dell'ossigeno.....	89
Tipologie di posa dei tubi.....	89
Temperatura superficiale del pavimento.....	90
Breve descrizione sistema RAP Tacker.....	91
Breve descrizione sistema RAP Binario.....	91
Breve descrizione sistema RAP Bugnato Standard.....	92
Breve descrizione sistema RAP Bugnato Top.....	92
Breve descrizione sistema RAP Bugnato Silence.....	93
Riferimenti normativi.....	94
Verifica delle condizioni dell'edificio.....	94
Striscia perimetrale e pannelli isolanti.....	95
Tagli dei massetti.....	96
Indicazioni per l'installazione dei tubi.....	97
Massetto.....	97
Pavimentazioni.....	98
Resistenza termica dell'isolante secondo UNI EN 1264-4.....	99
Caratteristiche tecniche dei pannelli isolanti RAP.....	100
Collettore di distribuzione.....	101
Collettore RIVER e RIVER-PLUS.....	101
Regolazione a punto fisso.....	103
Gruppo di miscelazione a punto fisso POSEIDON.....	103
Cassetta d'ispezione da incasso.....	107
Bilanciamento idraulico.....	109
Indicazioni di posa sistema Tacker.....	110

Indicazioni di posa sistema Binario.....	112
Indicazioni di posa sistema Bugnato Standard, Top e Silence.....	114
Regolazione della temperatura ambiente.....	116
Termostato digitale a parete.....	116
Cronotermostato digitale a parete.....	117
Testina elettrotermica.....	117.1
Prova di pressione degli impianti di riscaldamento a pavimento.....	118
Protocollo di prova pressione per riscaldamento a pavimento.....	119
Avviamento iniziale del riscaldamento a pavimento.....	120
Protocollo di avviamento iniziale del riscaldamento a pavimento.....	121
Tabelle di dimensionamento di massima per il calcolo delle quantità.....	122
Progettazione e dimensionamento degli impianti di riscaldamento a pavimento.....	127
Diagrammi di rendimento da prove termotecniche.....	130
Perdite di carico dei tubi RAP PE-X e PE-MDX (40°C).....	133

## **Impianti aria compressa Prineto ..... 137**

<b>Prineto</b> Aria Compressa.....	138
Tabelle per dimensionamento di massima delle linee principali con tubi <b>Prineto</b> .....	139
Tabelle per dimensionamento di massima delle linee di diramazione con tubi <b>Prineto</b> .....	140
Tabella delle lunghezze equivalenti per resistenze accidentali.....	141

## **Solare Termico ..... 143**

Perdite di carico tubi "solar".....	144
Contenuto d'acqua tubi "solar".....	148

# TUBAZIONI PRINETO





## CARATTERISTICHE DELLE TUBAZIONI PRINETO

### Norme

I tubi PRINETO soddisfano le norme di settore dei relativi campi d'applicazione come, ad esempio, la DIN 16892/93: tubi in polietilene reticolato ad alta densità, PE-X - requisiti generali e metodi di prova. Ciò è inoltre certificato nei fogli di lavoro del DVGW (ente di controllo tedesco del settore acqua e gas). Ad esempio il foglio di lavoro DVGW W270 certifica l'idoneità, dal punto di vista microbiologico, dei tubi **Prineto** in ambito sanitario. Le norme rilevanti relative alle varie tipologie di tubo sono elencate separatamente nei corrispondenti capitoli.

### Materia prima

Come materia prima di base viene utilizzato il polietilene ad alta densità ed elevato peso molecolare (disponibili anche tubi in polietilene a media densità PE-MDX per impianti di riscaldamento a pannelli radianti), il quale viene termostabilizzato mediante l'aggiunta di additivi contro la degradazione termica.

### Produzione

La produzione del tubo avviene mediante processi di estrusione in moderni impianti dedicati, i quali vengono ottimizzati per la lavorazione del polietilene ad elevato peso molecolare.

### Reticolazione

La reticolazione, cioè l'unione delle catene molecolari del polietilene in una macromolecola con reticolo tridimensionale, non permette il presentarsi, nei tubi in materiale termoplastico, della drastica diminuzione della resistenza alla pressione ed all'invecchiamento, in particolar modo nel caso di alte temperature di esercizio.

### Garanzia di qualità

#### mediante controllo esterno

Ai tubi sanitari è stato assegnato il marchio di controllo DVGW con il numero di registrazione DW 8306BN0286. I tubi per riscaldamento sono impermeabili all'ossigeno secondo la DIN 4726 e la DIN 4724. Nell'ambito dell'accordo di controllo stipulato con l'istituto di ricerca Ofi e con il centro materie plastiche di Vienna e del Sud-Germania (SKZ), vengono periodicamente controllate le più importanti proprietà qualitative.

#### Bassa rumorosità

I tubi in PE-X sono efficaci, rispetto ai tubi metallici, contro la trasmissione dei rumori o delle vibrazioni, grazie alla struttura amorfa ed al modulo di elasticità che caratterizza le materie plastiche.

#### Resistenza chimica

Il processo di reticolazione aumenta la resistenza del polietilene alla maggior parte delle sostanze chimiche. Sono più di mille le sostanze conosciute, alle quali le tubazioni **Prineto** sono resistenti.

#### Stoccaggio

I tubi **Prineto** sono da immagazzinare negli imballi originali, proteggendoli dalla luce fino al momento della loro installazione.

#### Colpi d'Ariete

I tubi in PE-X consentono di ridurre notevolmente gli effetti fastidiosi del "Colpo d'Ariete".

### Sedimentazioni

I tubi in PE-X sono piuttosto repellenti alle sostanze contenute nell'acqua. L'estrema levigatezza delle pareti interne dei tubi in plastica riduce enormemente la possibilità di formazione di ostruzioni causate da crescita di sedimentazioni o di fanghi all'interno dei tubi.

### Contenuto d'acqua

(in litri al metro)

Tubo **Flex** (nero) e

Tubo **Riscaldamento** (rosso)

Ø 16 (16 x 2,2):	0,11 l/m
Ø 20 (20 x 2,0):	0,16 l/m
Ø 25 (25 x 3,5):	0,25 l/m
Ø 32 (32 x 4,4):	0,42 l/m

Tubo **RAP** PE-X (grigio) e

Tubo **RAP** PE-MDX (grigio chiaro)

Ø 17 (17 x 2,0):	0,13 l/m
Ø 20 (20 x 2,0):	0,20 l/m

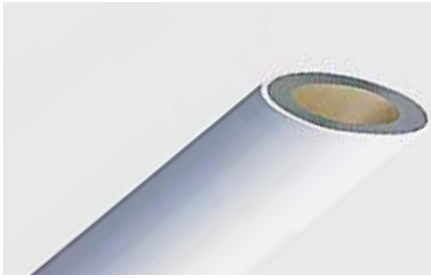
Tubo **Stabil** (bianco)

Ø 14 (14 x 2,0):	0,08 l/m
Ø 16 (17 x 2,8):	0,11 l/m
Ø 20 (21 x 3,4):	0,16 l/m
Ø 25 (26 x 4,0):	0,25 l/m
Ø 32 (33 x 4,9):	0,42 l/m
Ø 40 (42 x 4,6):	0,86 l/m
Ø 50 (52 x 5,65):	1,31 l/m
Ø 63 (63 x 6,0):	2,04 l/m

### Caratteristiche fisico-meccaniche del PE-X e PE-MDX

	PE-X	PE-MDX	Norma
Grado di reticolazione (%)	≥ 65	≥ 65	DIN 16892
Densità (g/cm <sup>3</sup> )	ca. 0,94	ca. 0,93	UNI EN ISO 1183
Resistenza a trazione (N/mm <sup>2</sup> )	ca. 23	ca. 16	UNI EN ISO 527
Allungamento a rottura (%)	ca. 400	ca. 450	UNI EN ISO 527
Modulo di elasticità (N/mm <sup>2</sup> )	ca. 600	ca. 550	UNI EN ISO 527
Resistenza all'urto a -20°C	nessuna rottura	nessuna rottura	UNI EN ISO 179/180
Resilienza a -20°C	nessuna rottura	nessuna rottura	UNI EN ISO 179/180
Resistenza a tensione 8 bar, 80°C	nessuna crepa	nessuna crepa	ISO 16770
Coducibilità termica (W/mK)	0,35	0,32	DIN 52612
Coeff. di dilatazione termica lineare (mm/mK)	0,20	0,20	DIN 53752
Rugosità interna del tubo (mm)	0,007	0,007	DIN 1988

## Tubo Stabil



### Colore

Bianco

### Descrizione

Tubo in PE-X naturale secondo DIN 16892/93, serie tubo S 3,2, impermeabile all'ossigeno secondo DIN 4726;

Composizione: strato in PE-X, più legante, più foglio di alluminio dello spessore di 0,2-0,8 mm saldato testa a testa, più legante, più strato di copertura in PE-MD  
N° di registrazione DVGW: DW-8501AT2606

### Marcatura

Metraggio corrente, denominazione, indicazione del produttore, numero di registrazione DVGW, materiale, diametro, normativa, prova di laboratorio, indicazione di pressione, numero di produzione

Esempio: (0343m) Stabil-Rohr 20 IVT DVGW DW-8501AT2606 PE-Xb 20x2,8 DIN 16892/93 S 3,2 SKZ (20 bar/20°C - 10 bar/70°C) 26160733021

### Caratteristiche

Pressione nominale: PN 20;

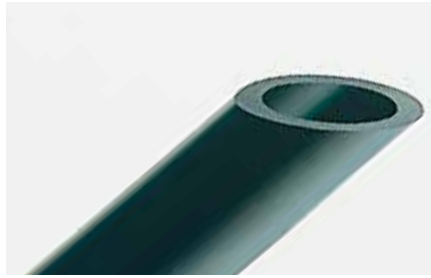
Coefficiente di dilatazione lineare secondo DIN 53752: 0,025 mm/mK;

Il rivestimento in "foglio di alluminio più guaina in PE-MD" conferisce stabilità al tubo in PE-X, funge da barriera all'ossigeno e riduce le dilatazioni lineari di circa 1/5 rispetto ai tubi base in semplice PE-X

### Impiego

- nelle installazioni idrico sanitarie secondo DIN 1988
- nelle installazioni di riscaldamento secondo UNI EN 12831
- nelle installazioni di riscaldamento a pavimento secondo UNI EN 1264 e DIN 18560

## Tubo Flex



### Colore

Nero

### Descrizione

Tubo in PE-X nero secondo DIN 16892/93, serie tubo S 3,2; N° di registrazione DVGW: DW-8306BN0286

### Marcatura

Metraggio corrente, denominazione, indicazione del produttore, numero di registrazione DVGW, materiale, diametro, normativa, prova di laboratorio, indicazione di pressione, numero di produzione

Esempio: (8454m) PE-X-Rohr 20 IVT DVGW DW-8306BN0286 PE-Xb 20x2,8 DIN 16892/93 S 3,2 OFM (20 bar/20°C - 10 bar/70°C) 26160733021

### Caratteristiche

Pressione nominale: PN 20;

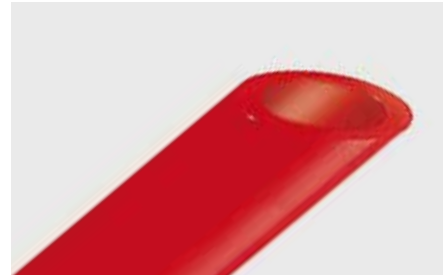
Coefficiente di dilatazione lineare secondo DIN 53752: 0,20 mm/mK;

I tubi Flex sono flessibili ed additivati con appositi stabilizzatori per renderli resistenti ai raggi UV

### Impiego

- nelle installazioni idrico sanitarie secondo DIN 1988

## Tubo Riscaldamento



### Colore

Rosso

### Descrizione

Tubo in PE-X rosso secondo DIN 16892/93, serie tubo S 3,2, impermeabile all'ossigeno secondo DIN 4726;

Composizione: strato in PE-X, più legante, più 0,1 mm di spessore di rivestimento in EVOH (alcol etilvinilico)

### Marcatura

Metraggio corrente, denominazione, indicazione del produttore, materiale, diametro, normativa, numero di produzione

Esempio: (0121m) Heizohr 20 IVT PE-Xb 20x2,8 DIN 16892/93 S 3,2 (20 bar/20°C - 10 bar/70°C) + EVOH sauerstoffdicht nach DIN 4726 27230436201

### Caratteristiche

Pressione nominale: PN 20;

Coefficiente di dilatazione lineare secondo DIN 53752: 0,20 mm/mK;

I tubi Riscaldamento sono flessibili.

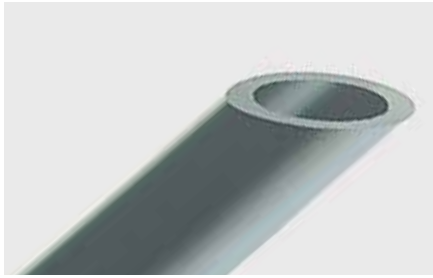
Il rivestimento EVOH funge da barriera alla diffusione dell'ossigeno nell'acqua di riscaldamento

### Impiego

- nelle installazioni di riscaldamento secondo UNI EN 12831



## Tubo RAP PE-X



### Colore

Grigio

### Descrizione

Tubo in PE-X grigio ad alta densità (HD) secondo DIN 16892, impermeabile all'ossigeno secondo DIN 4726;

Composizione: strato in PE-X, più legante, più 0,1 mm di spessore di rivestimento in EVOH (alcol etilvinilico)

### Marcatura

Metraggio corrente, denominazione, indicazione del produttore, materiale, diametro, normativa, numero di produzione

Esempio: (0121m) Flächenheizrohr 17 IVT PE-Xb 17x2,0 DIN 16892 + EVOH sauerstoffdicht nach DIN 4726 110207080301

### Caratteristiche

Pressione nominale: PN 16;

Coefficiente di dilatazione lineare secondo DIN 53752: 0,20 mm/mK;

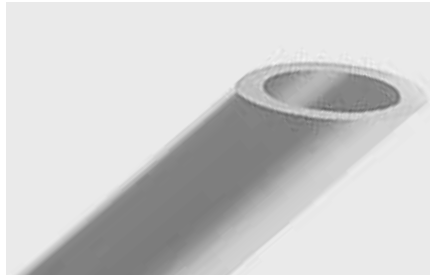
I tubi RAP PE-X sono flessibili.

Il rivestimento in EVOH funge da barriera alla diffusione dell'ossigeno nell'acqua di riscaldamento

### Impiego

- nelle installazioni di riscaldamento a pavimento secondo DIN 4726, DIN 18560 e UNI EN 1264

## Tubo RAP PE-MDX



### Colore

Grigio chiaro

### Descrizione

Tubo in PE-X grigio chiaro a media densità (MD) secondo DIN 16894, impermeabile all'ossigeno secondo DIN 4724;

Composizione: strato in PE-X, più legante, più 0,1 mm di spessore di rivestimento in EVOH (alcol etilvinilico)

### Marcatura

Metraggio corrente, denominazione, indicazione del produttore, materiale, diametro, normativa, numero di produzione

Esempio: (0121m) Flächenheizrohr hochflexibel 17 IVT PE-Xb (MD) 17x2,0 DIN 16894 + EVOH sauerstoffdicht secondo DIN 4724 110207080301

### Caratteristiche

Pressione nominale: PN 13;

Coefficiente di dilatazione lineare secondo DIN 53752: 0,20 mm/mK;

I tubi RAP PE-MDX sono altamente flessibili. Il rivestimento in EVOH funge da barriera alla diffusione dell'ossigeno nell'acqua di riscaldamento

### Impiego

- nelle installazioni di riscaldamento a pavimento secondo DIN 4726, DIN 18560 e UNI EN 1264

### Nota:

#### Tubazioni preisolate

A completamento della gamma di tubazioni sono disponibili alcuni diametri dei tubi **Stabil e Riscaldamento**, forniti completi di isolamento. Inoltre è disponibile, solo per impianti di riscaldamento, anche il tubo

**Multistrato Würth** preisolato. Tutte le predette tubazioni vengono fornite in comode matasse. Per approfondimenti sull'argomento si rimanda al paragrafo "Tubazioni preisolate" alla fine di questo capitolo.



Tubi Prineto	Diametro	DN	Diametro esterno (mm)	Diametro interno (mm)	Spessore parete (mm)	Peso (kg/m)	Contenuto d'acqua (l/m)	Spessore alluminio (mm)	Spessore PE-X (mm)	Sezione interna (mm <sup>2</sup> )
<b>Stabil 14</b>	14 x 2,0	10	14,1	9,4	2,35	0,090	0,069	0,2	1,9	69,397782
<b>Flex 16</b>	16 x 2,2	12	16,0	11,6	2,2	0,098	0,106		2,2	105,683177
<b>Riscaldamento 16</b>	16 x 2,2	12	16,0	11,6	2,2	0,098	0,106		2,1	105,683177
<b>Stabil 16</b>	17 x 2,8	12	17,2	11,6	2,8	0,144	0,106	0,2	2,2	105,683177
<b>RAP 17</b>	17 x 2,0	12	17,0	13,0	2,0	0,104	0,133		1,9	132,732290
<b>Flex 20</b>	20 x 2,8	15	20,0	14,4	2,8	0,153	0,163		2,8	162,860163
<b>Riscaldamento 20</b>	20 x 2,8	15	20,0	14,4	2,8	0,153	0,163		2,7	162,860163
<b>RAP 20</b>	20 x 2,0	15	20,0	16,0	2,0	0,120	0,201		1,9	201,061930
<b>Stabil 20</b>	21 x 3,4	15	21,2	14,4	3,4	0,211	0,163	0,2	2,8	162,860163
<b>Flex 25</b>	25 x 3,5	20	25,0	18,0	3,5	0,238	0,254		3,5	254,469005
<b>Riscaldamento 25</b>	25 x 3,5	20	25,0	18,0	3,5	0,238	0,254		3,4	254,469005
<b>Stabil 25</b>	26 x 4,0	20	26,0	18,0	4,0	0,308	0,254	0,2	3,5	254,469005
<b>Flex 32</b>	32 x 4,4	25	32,0	23,2	4,4	0,382	0,423		4,4	422,732708
<b>Riscaldamento 32</b>	32 x 4,4	25	32,0	23,2	4,4	0,382	0,423		4,3	422,732708
<b>Stabil 32</b>	33 x 4,9	25	33,0	23,2	4,9	0,477	0,423	0,2	4,4	422,732708
<b>Stabil 40</b>	42 x 4,6	32	42,2	33,0	4,6	0,630	0,855	0,4	3,7	855,298600
<b>Stabil 50</b>	52 x 5,65	40	52,2	40,9	5,65	0,948	1,314	0,6	4,6	1313,821902
<b>Stabil 63</b>	63 x 6,0	50	63,0	51,0	6,0	1,302	2,043	0,8	4,4	2042,820623

## Condizioni d'esercizio dei tubi Prineto

Le condizioni d'esercizio degli impianti idrico sanitari e di riscaldamento con tubi in PE-X vengono descritte e stabilite nella norma UNI EN ISO 15875, mentre quelle dei tubi in PE-MDX per impianti di riscaldamento a pannelli radianti nella norma DIN 4724.

La suddivisione dei sistemi di tubazioni avviene mediante classi di applicazione, nelle quali sono stabilite le temperature massime di esercizio per un determinato lasso di tempo (riferite ad un ciclo di vita di 50 anni). Inoltre dalle norme di cui sopra si potranno evincere le pressioni massime di esercizio:

## Tabella di classificazione delle condizioni d'esercizio secondo UNI EN ISO 15875

Classe di applicazione 1 = Distribuzione d'acqua calda sanitaria 60°C	
Tubo <b>Flex</b> e Tubo <b>Stabil</b>	
Temperatura d'esercizio	60°C per 49 anni
Temperatura max. d'esercizio	80°C per 1 anno
Temperatura di guasto	95°C fino a 100 ore
Pressione max. d'esercizio	10 bar

Classe di applicazione 4 = Riscaldamento a pavimento e radiatori a bassa temp. Tubo RAP, Tubo <b>Riscaldamento</b> e Tubo <b>Stabil</b>	
Temperature d'esercizio	20°C per 2,5 anni
	40°C per 20 anni
	60°C per 25 anni
Temperatura max. d'esercizio	70°C per 2,5 anni
Temperatura di guasto	100°C fino a 100 ore
Pressione max. d'esercizio PE-X	10 bar
Pressione max. d'esercizio PE-MDX	4 bar

Classe di applicazione 5 = Radiatori ad alta temperatura	
Tubo <b>Riscaldamento</b> e Tubo <b>Stabil</b>	
Temperature d'esercizio	20°C per 14 anni
	60°C per 25 anni
	80°C per 10 anni
Temperatura max. d'esercizio	90°C per 1 anno
Temperatura di guasto	100°C fino a 100 ore
Pressione max. d'esercizio	10 bar

Note:

- Classe di applicazione 2 = Distribuzione acqua calda sanitaria 70°C
- Classe di applicazione 3 = Non assegnata
- Esempio: il profilo di temperatura d'uso per 50 anni per la classe 5 è di 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 ore.

## Tabella comparativa diametri delle tubazioni (secondo DIN 1988 parte 3)

DN	Tubo in acciaio	Tubo in acciaio inox	Tubo in rame	Tubo PE-X	Tubo Stabil
10	3/8"				
12		15 x 1 mm	15 x 1 mm	16 x 2,2 mm	16 (17 x 2,8 mm)
15	1/2"	18 x 1 mm	18 x 1 mm	20 x 2,8 mm	20 (21 x 3,4 mm)
20	3/4"	22 x 1,2 mm	22 x 1 mm	25 x 3,5 mm	25 (26 x 4,0 mm)
25	1"	28 x 1,2 mm	28 x 1,5 mm	32 x 4,4 mm	32 (33 x 4,9 mm)
32	1 1/4"	35 x 1,5 mm	35 x 1,5 mm		40 (42 x 4,6 mm)
40	1 1/2"	42 x 1,5 mm	42 x 1,5 mm		50 (52 x 5,65 mm)
50	2"	54 x 1,5 mm	54 x 2 mm		63 (63 x 6,0 mm)

DIN 2440 per tubi in acciaio di medio peso

UNI EN 1057 per tubi in rame

UNI EN ISO 1127 per tubi in acciaio inossidabile

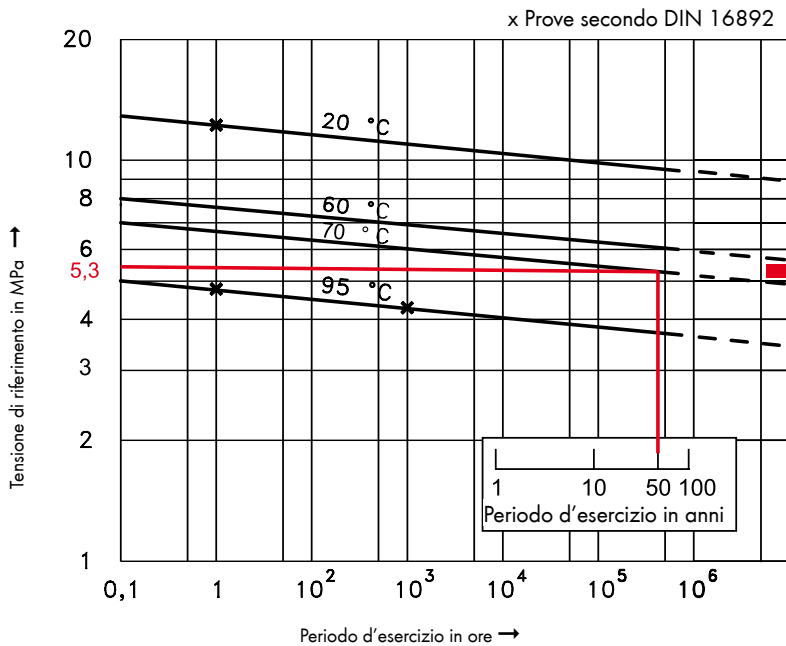
DIN 16892 / 16893 per tubi in polietilene reticolato ad alta densità

Foglio di lavoro DVGW 542 per tubi multistrato

# RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO

Il diagramma delle curve di regressione da pressione interna del PE-X secondo DIN 16892, rende noti i valori della pressione max. d'esercizio ammissibile nei tubi in PE-X in funzione della temperatura del fluido e della durata in esercizio.

## Diagramma delle curve di regressione per tubi in PE-X



## Pressione max. d'esercizio per tubi in PE-X

per flusso d'acqua secondo DIN 16893  
fattore di sicurezza 1,5; serie di tubo s3,2

Temperatura	Anni d'esercizio	Pressione max. d'esercizio (bar)
20 °C	10	20,4
	25	20,1
	50	20,0
	100	19,8
30 °C	10	18,1
	25	17,9
	50	17,7
	100	17,6
40 °C	10	16,1
	25	15,9
	50	15,7
	100	15,6
50 °C	10	14,3
	25	14,1
	50	14,0
	100	13,9
60 °C	10	12,8
	25	12,6
	50	12,5
70 °C	10	11,4
	25	11,3
	50	11,2
80 °C	5	10,3
	10	10,2
	25	10,1
90 °C	1	9,5
	5	9,3
	10	9,2
95 °C	1	9,0
	5	8,8

Con l'ausilio del diagramma soprastante, a seconda del diametro del tubo può essere calcolata la relativa pressione massima d'esercizio con l'aiuto della seguente formula:

$$\text{Pressione max. d'esercizio (bar)} = \frac{\text{Tensione di riferimento (MPa)} \times 10 \times 2 \times \text{Spessore parete tubo (mm)}}{(\text{Diametro esterno tubo (mm)} - \text{Spessore parete tubo (mm)})}$$

### Esempio:

Tubo 16 x 2,2  
Durata minima d'esercizio 50 anni  
Temperatura d'esercizio 70 °C  
→ secondo curva 5,3 MPa

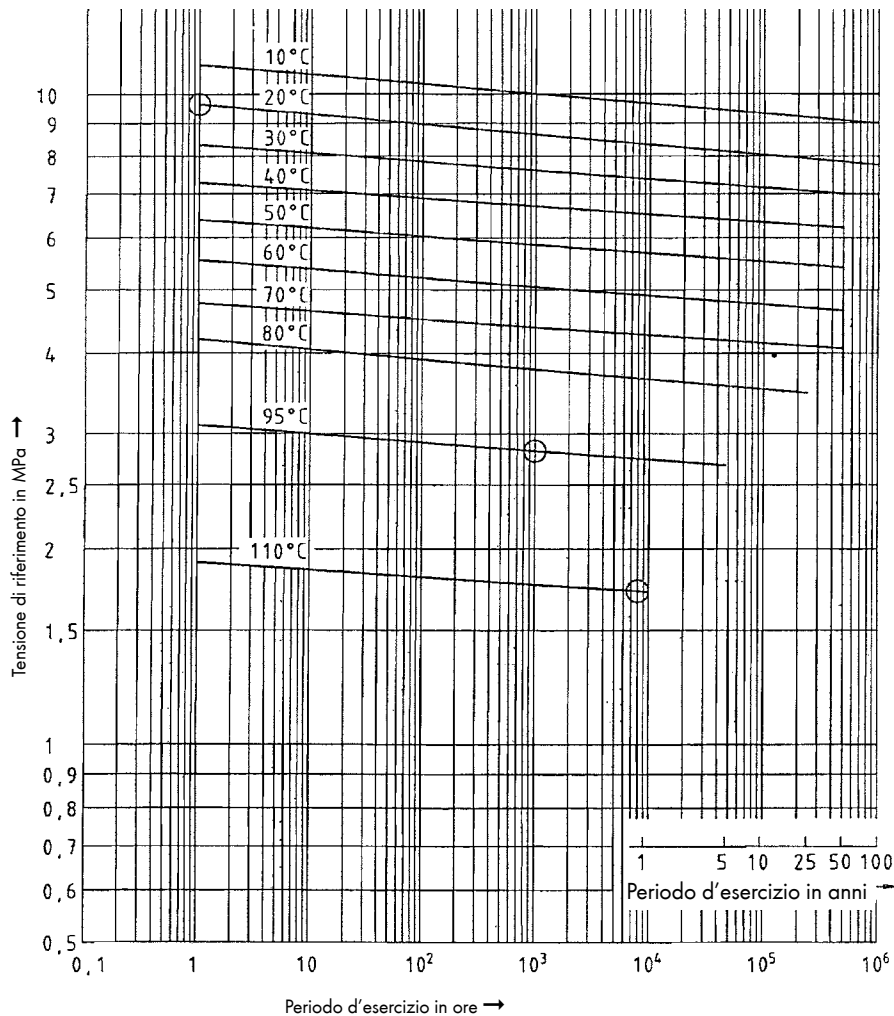
$$p \text{ in bar} = \frac{5,3 \times 10 \times 2 \times 2,2}{(16 - 2,2)} = 16,9 \text{ bar}$$

→ secondo DIN 16893 Tabella 5 con fattore di sicurezza 1,5 risulta ammissibile una pressione max d'esercizio di 11,2 bar (16,9 : 1,5) per 50 anni

Il diagramma delle curve di regressione da pressione interna del PE-MDX secondo DIN 16894, rende noti i valori della pressione max. d'esercizio ammissibile nei tubi in PE-MDX, in funzione della temperatura media del fluido e della durata in esercizio.

### Diagramma delle curve di regressione per tubi in PE-MDX

○ Prove secondo DIN 16894



### Pressione max. d'esercizio per tubo RAP PE-MDX 17x2,0

per flusso d'acqua secondo DIN 16894;  
fattore di sicurezza 1,5

Temperatura	Anni d'esercizio	Pressione max. d'esercizio (bar)
20°C	10	14,2
	25	14,0
	50	13,9
	100	13,7
30°C	10	12,6
	25	12,4
40°C	10	11,2
	25	11,0
	50	11,0
50°C	10	9,8
	25	9,6
	50	9,6
60°C	10	8,4
	25	8,4
	50	8,2
70°C	10	7,5
	25	7,3
	50	7,3
80°C	5	6,2
	10	6,0
	15	6,0
95°C	5	4,6

Con l'ausilio del diagramma soprastante, a seconda del diametro del tubo può essere calcolata la relativa pressione massima d'esercizio, utilizzando lo stesso procedimento e la stessa formula validi per i tubi in PE-X (vedi pagina precedente).

# INDICAZIONI DI POSA DELLE TUBAZIONI

## Dilatazione termica lineare e compensatori di dilatazione angolari

Le variazioni di temperatura determinano una dilatazione termica lineare del sistema di tubazioni. Il coefficiente di dilatazione della plastica è superiore a quello del metallo. A seconda della temperatura ambiente durante la posa delle tubazioni, sono da considerare le differenze tra la temperatura di posa stessa e la temperatura minima e massima di esercizio del sistema di tubazioni. Ad esempio:

- Se la posa avviene ad una temperatura ambiente di 5°C, la dilatazione del tubo d'acqua calda fino a 60°C sarà maggiore rispetto ad una posa ad una temperatura ambiente di 25°C.
- Le tubazioni d'acqua fredda posate a 30°C si accorciano se d'inverno trasportano acqua fredda con una temperatura di 10°C.

La dilatazione termica lineare viene calcolata con la seguente formula:

$$\Delta L = \alpha_i \times L_S \times \Delta \theta$$

Dilatazione termica lineare:	$\Delta L$ (mm)
Differenza di temperatura:	$\Delta \theta$ (K)
Lunghezza tubazione dilatabile:	$L_S$ (m)
Coefficiente di dilatazione lineare:	$\alpha_i$ (mm/mK)
	$\alpha_{PE-X} = 0,20$ mm/mK
	$\alpha_{Stabil} = 0,025$ mm/mK

La dilatazione termica lineare generata durante l'esercizio delle tubazioni e le forze che ne risultano, determinano una sollecitazione meccanica sui raccordi che va eliminata installando punti fissi e compensatori angolari della lunghezza di seguito specificata (per conferire al tubo la possibilità di movimento).

La lunghezza minima del compensatore angolare viene calcolata come segue:

$$L_B = f_W \cdot \sqrt{(\Delta L \cdot d_{Tubo})}$$

Lunghezza del compensatore angolare:	$L_B$ (mm)
Dilatazione termica lineare:	$\Delta L$ (mm)
Diametro esterno del tubo:	$d_{Tubo}$
Fattore relativo al tipo di materiale impiegato:	$f_W$
	$f_{PE-X} \approx 27,5$
	$f_{Stabil} \approx 36,5$

Nelle tabelle alla pagina seguente sono riportate le dilatazioni termiche lineari e le lunghezze minime dei compensatori angolari per i tubi flessibili PE-X (tubo Riscaldamento e tubo Flex) e per i tubi Stabil.

Il calcolo si basa sulla differenza di temperatura prevista (in Kelvin) e la dilatazione del tubo. A seconda del materiale impiegato (tubo flessibile o Stabil) dalle due tabelle più grandi si potrà evincere la dilatazione termica lineare in millimetri.

Con il valore individuato (arrotondato) e il diametro del tubo, a seconda del materiale impiegato (tubo flessibile o Stabil), si potrà desumere dalle due tabelle più piccole la lunghezza minima richiesta per il compensatore angolare.

### Esempio:

Colonna montante d'acqua calda, temperatura massima d'esercizio 60°C, posa della tubazione a +10°C. Tubo **Prineto 25**, lunghezza di tubazione dilatabile: 6 metri.

La differenza di temperatura è pari a:

$$\Delta \theta (60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 50 \text{ K}$$

In base al materiale impiegato risulta:

$$\Delta L_{PE-X} (50 \text{ K}; 6 \text{ m}) = 60,0 \text{ mm}$$

oppure

$$\Delta L_{Stabil} (50 \text{ K}; 6 \text{ m}) = 7,5 \text{ mm}$$

(arrotondato a 10 mm)

Per il tubo da 25 sono necessarie le seguenti lunghezze minime di compensatori angolari:

$$L_B, PE-X 25 = 1000 \text{ mm}$$

oppure

$$L_B, Stabil 25 = 580 \text{ mm}$$

### Indicazione:

Solitamente, nelle installazioni sotto traccia, l'effetto della dilatazione termica risulta trascurabile, essendo il materiale delle tubazioni spesso in grado di assorbire tale effetto. Nelle installazioni a vista, sottoposte quindi a salti termici non trascurabili, è invece indispensabile tenere conto di tale fenomeno installando punti fissi e punti scorrevoli.

### Dilatazione termica lineare in mm dei tubi Prineto PE-X (Tubo Flex e Riscaldamento)

coefficiente di dilatazione termica lineare medio ca. 0,20 (mm ogni metro di tubo ed ogni K)

#### Esempio:

un tubo **Prineto Flex** di 6 m di lunghezza, al variare della temperatura superficiale del tubo di 50 K, si accorcia o si allunga di 60 mm

Lungh. tubo in m	10 K	20 K	30 K	40 K	50 K	60 K	70 K	80 K	90 K	100 K
1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
2	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
3	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
4	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
6	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
7	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140
8	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
9	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180
10	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
12	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
14	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
16	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320
18	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360
20	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400

### Lunghezza minima del compensatore angolare in mm per tubi Prineto PE-X

A seconda del diametro del tubo e della misura di dilatazione termica lineare si ricava la lunghezza minima del compensatore angolare

Ø tubo	fino a 20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	70 mm	80 mm	90 mm	100 mm
16	500	600	700	750	850	900	950	1.050	1.100
20	550	650	750	850	900	1.000	1.100	1.200	1.250
25	600	700	850	900	1.000	1.200	1.250	1.300	1.350
32	650	800	900	1.000	1.200	1.300	1.350	1.400	1.450

### Dilatazione termica lineare in mm dei tubi Prineto Stabil

coefficiente di dilatazione termica lineare medio ca. 0,025 (mm ogni metro di tubo ed ogni K)

#### Esempio:

un tubo **Prineto Stabil** di 6 m di lunghezza, al variare della temperatura della parete del tubo di 50 K, si accorcia o si allunga di 7,5 mm

Lungh. tubo in m	10 K	20 K	30 K	40 K	50 K	60 K	70 K	80 K	90 K	100 K
1	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5
2	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
3	0,8	1,5	2,3	3,0	3,8	4,5	5,3	6,0	6,8	7,5
4	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
5	1,3	2,5	3,8	5,0	6,3	7,5	8,8	10,0	11,3	12,5
6	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0
7	1,8	3,5	5,3	7,0	8,8	10,5	12,3	14,0	15,8	17,5
8	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
9	2,3	4,5	6,8	9,0	11,3	13,5	15,8	18,0	20,3	22,5
10	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0
12	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0
14	3,5	7,0	10,5	14,0	17,5	21,0	24,5	28,0	31,5	35,0
16	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0
18	4,5	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0	31,5	36,0	40,5	45,0
20	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0

### Lunghezza minima del compensatore angolare in mm per tubi Prineto Stabil

A seconda del diametro del tubo e della misura di dilatazione termica lineare si ricava la lunghezza minima del compensatore angolare.

Ø tubo	fino a 5 mm	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	30 mm
14	250	440	530	600	700	770
16	300	460	560	660	740	800
20	340	500	600	700	800	880
25	400	580	700	800	900	1000
32	430	620	780	890	1000	1250
40	480	690	850	1000	1200	1400
50	540	780	950	1200	1400	1530
63	600	880	1100	1400	1600	1700

I compensatori angolari vengono predisposti ad angolo retto sulla parte dilatabile del tubo ed hanno il compito di assorbire la sua spinta di dilatazione.

Il seguente grafico rappresenta lo schema (sezione verticale) dell'impianto d'acqua calda di un edificio con tre unità abitative.




Per ammortizzare il peso della colonna montante viene applicata una fascetta a punto fisso ① nel lato inferiore della stessa in corrispondenza della traccia di salita. La spinta di dilatazione dell'intera colonna montante LS2 viene ammortizzata dal compensatore angolare LB2 situato al secondo piano dell'edificio. A tale scopo è necessario montare la fascetta a punto fisso ② sul tratto di tubazione orizzontale al secondo piano, mantenendo una distanza dalla colonna montante pari alla lunghezza del compensatore angolare LB2.

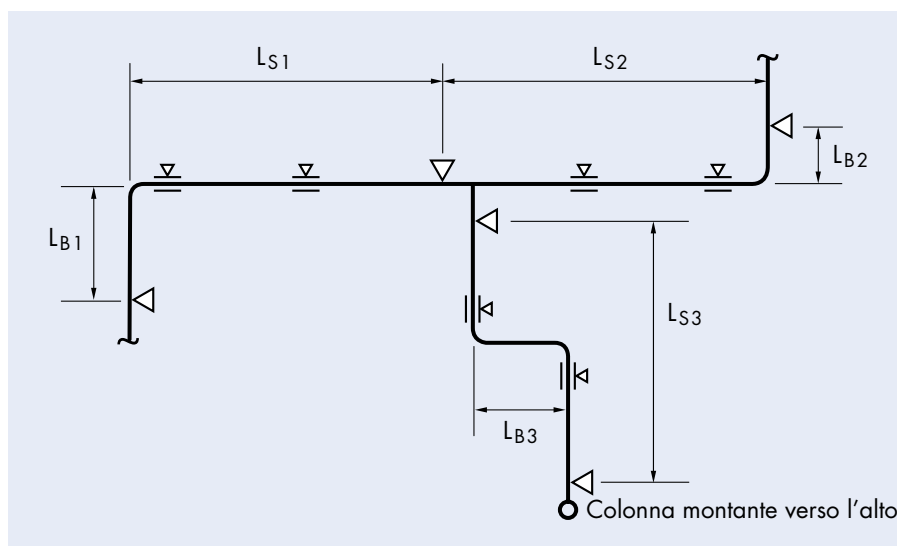
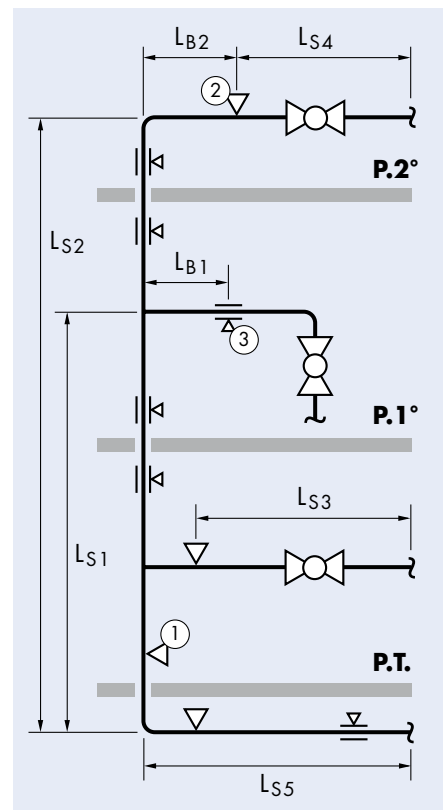
Al primo piano, la fascetta di scorrimento ③ si dovrà montare ad una distanza dalla colonna montante corrispondente alla lunghezza del compensatore angolare LB1, in modo da compensare il movimento di dilatazione LS1 ed eliminare le sollecitazioni meccaniche che agiscono sul raccordo a "T". Per il fissaggio della colonna montante, si dovranno utilizzare esclusivamente fascette di scorrimento, così da garantire un movimento fluido verso l'alto.

A seconda della distribuzione dei tubi, si dovranno eventualmente prevedere altri compensatori angolari per le spinte di dilatazione nei tratti LS3, LS4 e LS5.



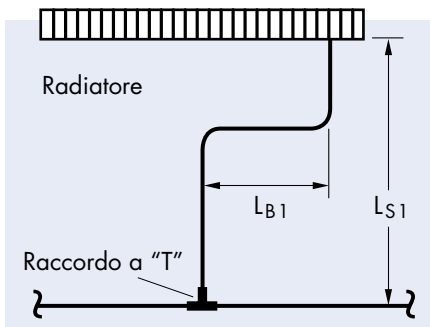
Esempio di fascetta a punto fisso

-  Fascetta a punto fisso
-  Fascetta di scorrimento
-  Rubinetto d'arresto



Se a causa di condizioni costruttive vengono applicati dei punti fissi sia all'inizio (ad es. il punto d'incrocio della tubazione principale) che alla fine (colonna montante verso l'alto) di un tratto di tubazione, le forze generate dovranno essere assorbite da un compensatore angolare ad "S", come rappresentato nel grafico a sinistra (sezione orizzontale).

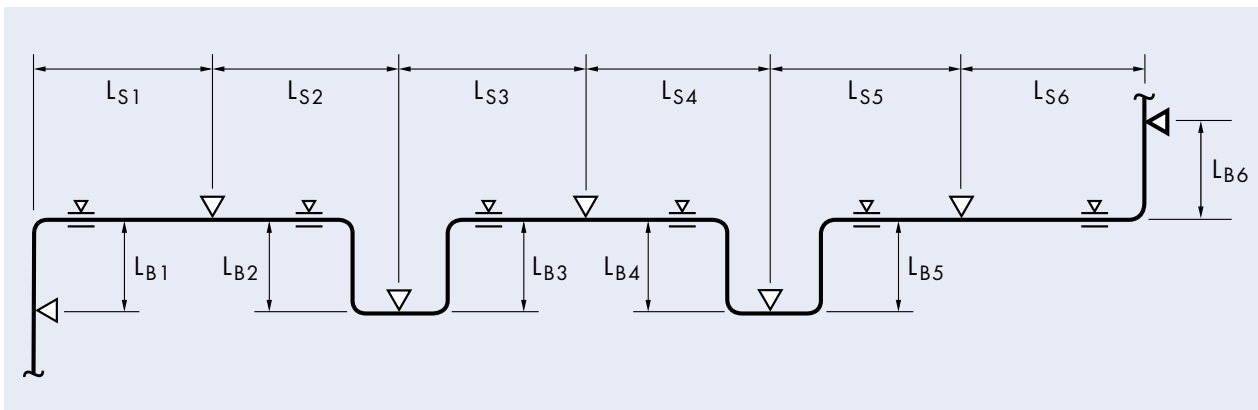




Una situazione analoga si verifica in presenza di lunghe tubazioni a pavimento per il collegamento dei radiatori. Si dovranno evitare sollecitazioni meccaniche sui raccordi di allacciamento alla valvola del radiatore, installando le tubazioni a forma di "S" oppure prevedendo un punto fisso prima del radiatore. Consigliamo questi accorgimenti se la lunghezza dell'allacciamento  $L_{S1}$  è superiore a 4 metri.



Punto fisso a pavimento



In caso di installazione lineare delle tubazioni dove non fosse possibile assorbire tutte le forze di dilatazione all'inizio ed alla fine dell'impianto, ad esempio cambiando di  $90^\circ$  la direzione delle tubazioni, si dovranno inserire dei compensatori angolari ad "omega" ( $\Omega$ ). La posizione dei punti fissi sarà stabilita dividendo

la lunghezza totale della tubazione in tratti possibilmente uguali, in modo da ottenere le stesse lunghezze dei compensatori angolari. L'esempio pratico potrebbe essere quello di una tubazione di distribuzione ubicata in cantina e lunga 60 metri, la quale viene divisa in tratti dilatabili da 10 metri. Vengono quindi

montati dei punti fissi in mezzo ai compensatori angolari ad "omega" ( $\Omega$ ) ed alla tubazione rettilinea. Nel compensatore angolare ad "omega" non si possono montare altre fascette. Anche in questo caso per guidare il tubo saranno utilizzate delle fascette di scorrimento.

## Fascette a punto fisso e di scorrimento

Le fascette a punto fisso bloccano saldamente le tubazioni ed hanno la funzione di impedire i movimenti dei tubi stessi, dovuti alla dilatazione termica, nella zona della loro installazione. Vanno posizionati, di norma, in corrispondenza di diramazioni, gomiti, ecc. per impedire che le spinte di dilatazione possano scaricarsi proprio in tali punti. Si realizzano mediante l'impiego di collari rigidi rivestiti solitamente in materiale gommoso (per evitare danneggiamenti del tubo) che vengono fortemente serrati attorno alla tubazione.

Al contrario, le fascette di scorrimento non devono compromettere la dilatazione termica del tubo, permettendone invece lo scorrimento assiale (in entrambi i sensi). Per questa ragione vanno posizionate lontano dalle zone di giun-

zione con i raccordi. Le fascette di scorrimento non devono presentare parti che possano danneggiare la superficie esterna del tubo. Per evitare un serraggio eccessivo, dette fascette sono solitamente complete di distanziali di scorrimento sulle viti.

In caso di installazioni orizzontali a vista, le fascette di scorrimento fungono anche da supporti e contribuiscono (se posizionate in numero sufficiente) al mantenimento della linearità delle tubazioni in presenza della dilatazione termica.

Distanza max. in metri tra i supporti per tubi **Prineto** posati orizzontali a vista

Diametro tubazione	16	20	25	32	40	50	63
Tubo PE-X acqua fredda	0,70	0,75	0,80	0,90			
Tubo PE-X acqua calda (> 40°C)	0,60	0,65	0,75	0,85			
Tubo Stabil acqua fredda	1,00	1,00	1,25	1,50	1,50	1,75	1,80
Tubo Stabil acqua calda (> 40°C)	0,80	0,90	1,00	1,10	1,30	1,45	1,50

## Inflessione dei tubi flessibili PE-X

I tubi disposti orizzontalmente tendono ad inflettersi tra le fascette di fissaggio. In caso di tubi per l'acqua fredda 25 e 32, l'inflessione sarà quasi impercettibile. Al contrario nei tubi per l'acqua calda, la variazione di lunghezza causata dal surriscaldamento rende evidente l'inflessione dei tubi tra le fascette.

Questa inflessione dovrà essere considerata anche nella scelta della direzione delle tuba-

zioni. Fascette rivestite in gomma e serrate fortemente possono garantire la stessa inflessione tra i fissaggi. Con una distanza di un metro tra le fascette ed un aumento della temperatura di 50 K, il tubo subirà un allungamento di 8 mm provocando una inflessione di ca. 4 cm.

Se, ad esempio per motivi di estetica, non fosse ammessa alcuna inflessione, è opportuno ricorrere all'utilizzo dei tubi Stabil. Per i tubi

flessibili PE-X 16 e 20 posati nel massetto o sottotraccia ed isolati, non sono necessarie misure particolari per compensare la variazione di lunghezza.

Nell'ambito delle installazioni a vista (ad es. distribuzioni al piano interrato), i tubi Stabil sono più adatti dei tubi PE-X, data la loro maggiore stabilità e la minore dilatazione lineare in caso di surriscaldamento.

## Lavorazione a basse temperature

I tubi **Prineto** non dovrebbero essere lavorati a temperature di gelo (eventualmente preriscaldare i locali di installazione). In caso di stretti raggi di curvatura ed in caso di espansioni il tubo verrebbe fortemente "affaticato". La capacità elastica del materiale del tubo diminuisce al calare della temperatura. Se si rendesse necessaria la lavorazione a dette basse temperature, il tubo dovrà essere preriscaldato. In caso contrario le curvature e le procedure di espansione vanno effettuate lentamente e con movimenti regolari. Verificare che la parte di tubo espansa non presenti eventuali danneggiamenti (ad es. una sovradilatazione).

## Messa a terra

I tubi **Prineto** sono costituiti da materiale plastico non conduttore di elettricità. Questi tubi non possono quindi essere utilizzati come impianto di messa a terra elettrica. In caso di riparazione di reti idrauliche in metallo (ad es. in vecchi edifici) bisogna accertarsi che non vi sia da ripristinare un eventuale preesistente impianto di messa a terra tra le vecchie tubazioni in metallo. Le nuove tubazioni **Prineto** inserite sono quindi, in questo caso, da bypassare elettricamente.

## Curvatura

### Tubi PE-X / PE-MDX:

Raggio di curvatura minimo a mano libera riferito all'asse del tubo

= 8 x diametro esterno del tubo

Ad es.: 8 x Ø 16 mm = 128 mm;

8 x Ø 20 mm = 160 mm; e così via

Raggio di curvatura minimo con condotti curvati

= 5 x diametro esterno del tubo

Ad es.: 5 x Ø 16 mm = 80 mm;

5 x Ø 20 mm = 100 mm; e così via

Assicurare il raggio di curvatura utilizzando condotti curvati o un tassello a gancio in plastica per il fissaggio dei tubi al sottofondo. Posare il tubo in modo tale che a seguito della dilatazione termica lineare il tratto di curvatura non si pieghi.

### Tubo Stabil

Raggio di curvatura a mano libera riferito all'asse del tubo per le misure

da 16 a 32

= 5 x diametro esterno del tubo

Ad es.: 5 x Ø 17 mm = 85 mm;

5 x Ø 21 mm = 105 mm; e così via

Dopo la curvatura i tubi Stabil tendono leggermente a raddrizzarsi. Di conseguenza curvare detti tubi con un angolo ulteriore di ca. 15° rispetto a quello che servirebbe per la posa.

Raggio di curvatura minimo per il tubo Stabil

16 e 20 riferito all'asse del tubo

= 4,5 x diametro esterno del tubo

ottenibile con molle piegatubi o con utensili di curvatura.

Si sconsiglia la curvatura a caldo, in quanto per ottenere una curvatura stabile e duratura, il materiale dovrebbe essere riscaldato fino al punto di fusione del cristallo, che si aggira attorno ai 135°C. Eventuali danni alla struttura della tubazione non sono esclusi nemmeno mediante l'utilizzo di un ventilatore ad aria.

### Avvertenza:

Non curvare i tubi direttamente sui raccordi pressati.

## Distanza minima tra i raccordi

In presenza di specifiche condizioni costruttive, può risultare necessario montare i raccordi quanto più vicini l'uno all'altro (ad es. in caso di stacco del tubo da una colonna montante).

Maggiore è il diametro del tubo, maggiore sarà anche la distanza tra gli assi dei raccordi.

La distanza minima tra i raccordi dipende dalla misura  $z$  degli estremi dei raccordi da unire (la misura  $z$  di ogni raccordo è riportata nelle rispettive schede info di prodotto) e dalla lunghezza minima del tubo necessaria a realizzare il raccordo.

Detta lunghezza minima del tubo  $L_{\text{tubo, min, i}}$ , dipende a sua volta dalla lunghezza della boccola da utilizzare  $L_{\text{boccola, i}}$ , con l'aggiunta dell'ingombro  $X_i$  per il posizionamento della forcella dietro alla boccola:

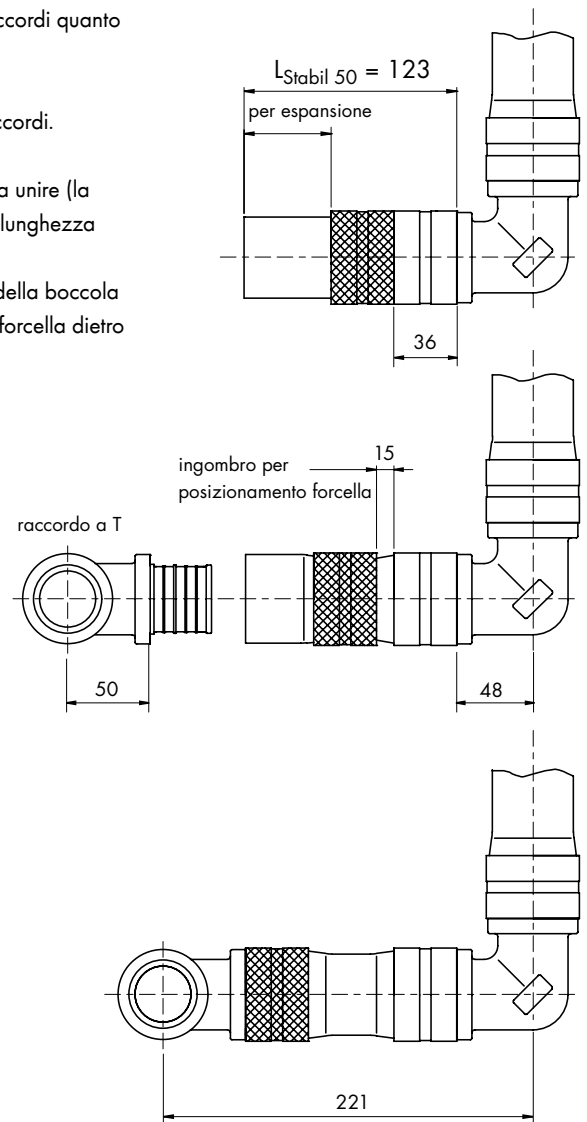
$$L_{\text{tubo, min, i}} = 3 \times L_{\text{boccola, i}} + X_i$$

Esempio con tubo Stabil 50:

$$L_{\text{boccola 50}} = 36 \text{ mm}$$

$$X_{\text{Stabil 50}} = 15 \text{ mm}$$

$$L_{\text{Stabil 50}} = 3 \times 36 + 15 = 123 \text{ mm}$$



Le lunghezze minime del tubo necessarie alla realizzazione di un raccordo **Prineto** sono riportate nella seguente tabella:

Diametro tubo	14	16	20	25	32	40	50	63
Lunghezza minima tubo $L_{\text{tubo, min, i}}$ (mm)	48	66	75	93	106	111	123	130

Per calcolare l'interasse minimo tra i raccordi bisogna aggiungere alla ricavata lunghezza minima del tubo le misure  $z$  di entrambi i raccordi:

$$L_{\text{tot}} = L_{\text{tubo, min, i}} + z_a + z_b$$

Esempio con tubo Stabil 50 con gomito e raccordo a "T" da 50:

$$L_{\text{Stabil 50}} = 123 \text{ mm}$$

$$z_{\text{gomito 50}} = 48 \text{ mm}$$

$$z_{2, \text{ racc. T 50}} = 50 \text{ mm}$$

$$L_{\text{tot 50}} = 123 + 48 + 50 = 221 \text{ mm}$$



Nell'esempio l'interasse minimo tra i raccordi (distanza tra gli assi) sarà di 221 mm.

Questa distanza si potrà ridurre, ad esempio, se un raccordo a T con attacco centrale femmina viene impiegato in combinazione con un gomito a 90° maschio (vedi foto sopra). Ciò potrebbe risultare utile ad es. in caso di stacco di una tubazione dalla distribuzione principale nello scantinato, quando l'altezza minima di passaggio non deve essere compromessa.

## Isolamento delle tubazioni

Le isolazioni delle tubazioni non servono solo a limitare la perdita di calore dei fluidi vettori o ad impedire che gli stessi si riscaldino, ma adempiono anche ad altri ed importanti

compiti come, ad esempio, il libero movimento per la dilatazione termica lineare, la riduzione della trasmissione acustica, la protezione meccanica ecc. Talvolta possono essere richiesti

anche ulteriori requisiti, stabiliti e specificati dal committente (ad es. in un contratto d'opera o capitolato).

## Isolamento reti d'acqua fredda sanitaria

L'isolamento delle tubazioni d'acqua fredda sanitaria è disciplinato dalla norma DIN 1988 parte 2. Dette tubazioni vanno protette dal riscaldamento ed eventualmente dalla formazio-

ne di condensa, posandole ad una sufficiente distanza dalle tubazioni d'acqua calda e/o isolandole secondo norma DIN 1988.

### Avvertenza:

Di frequente 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. E' 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.

Valori indicativi degli spessori minimi dello strato isolante nella coibentazione di tubazioni d'acqua fredda sanitaria, ai sensi della norma DIN 1988, parte 2, tabella 9:

Condizioni di installazione	Spessore dello strato isolante di conduttività termica $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$
Tubazione libera, in ambiente non riscaldato (ad es. cantina)	4 mm
Tubazione libera, in ambiente riscaldato	9 mm
Tubazione canalizzata, senza tubazioni calde	4 mm
Tubazione canalizzata, vicino a tubazioni calde	13 mm
Tubazione in fessura muraria, colonna montante	4 mm
Tubazione libera a parete, vicino a tubazioni calde	13 mm
Tubazioni su solaio in cemento	4 mm

### Avvertenza:

In determinate circostanze i raccordi **Prineto** vanno protetti dalla corrosione esterna. L'ammoniaca, l'ammina, i sali di ammonio o il biossido di zolfo ecc. possono provocare un'eventuale tenso corrosione. Di conseguenza i materiali isolanti devono essere privi di nitriti ed il contenuto di ammoniaca non può superare lo 0,2%.

La tabella seguente assegna gli spessori dello strato isolante per materiali aventi valori diversi di conduttività termica.

Gli ambiti di utilizzo I, II, III corrispondono alle condizioni di installazione analizzate nella tabella precedente in riferimento agli spessori dello strato isolante, e rispettivamente 4, 9, o 13 mm.

Valori equivalenti dello spessore dello strato isolante in mm in funzione della conduttività termica:

Conduttività termica dello strato isolante (W/mK)	Ambito di utilizzo		
	I (4 mm tab. preced.)	II (9 mm tab. preced.)	III (13 mm tab. preced.)
0,025	2,0	4,3	6,1
0,030	2,6	5,6	8,0
0,035	3,8	7,2	10,3
0,040	4	9	13
0,045	4,9	11,1	16,1
0,050	5,9	13,4	19,6
0,055	7,0	16,2	24,0
0,060	8,3	19,3	28,8

## Isolamento reti di fluidi riscaldati

Il D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 prevede che le tubazioni trasportanti fluidi riscaldati, in fase liquida o vapore, vengano adeguatamente isolate per garantire un maggiore risparmio energetico. La messa in opera della coibentazione deve essere effettuata in modo da garantire il mantenimento delle caratteristiche fisiche e funzionali dei materiali coibenti e di quelli da

costruzione, tenendo conto in particolare della permeabilità al vapore dello strato isolante, delle condizioni termoigrometriche dell'ambiente, della temperatura del fluido termovettore. Tubazioni portanti fluidi a temperature diverse, quali ad esempio le tubazioni di mandata e ritorno dell'impianto termico, devono essere coibentate separatamente.

Gli spessori minimi del materiale isolante sono fissati dalla seguente Tabella 1 (estratto dell'allegato B del D.P.R. 412/93) in funzione del diametro esterno della tubazione espresso in mm e della conduttività termica del materiale isolante espressa in W/mK alla temperatura di 40°C:

Spessore minimo di isolante da porre in opera in funzione della sua conduttività e del diametro esterno della tubazione (**Categoria A** della figura a pag. seguente):

Conduttività termica utile dell'isolante (W/mK)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	< 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

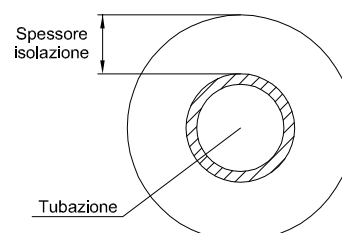
### Avvertenza:

Il tubo corrugato o il tubo protettivo non sono da intendersi come coibentazione. Come dice il nome stesso, il tubo protettivo funge solo da protezione meccanica della tubazione interna da eventuali danneggiamenti o per prevenire la formazione di condensa nelle tubazioni acqua fredda ai sensi della norma DIN 1988. Di conseguenza le tubazioni posate all'interno del tubo protettivo vanno classificate come non coibentate.

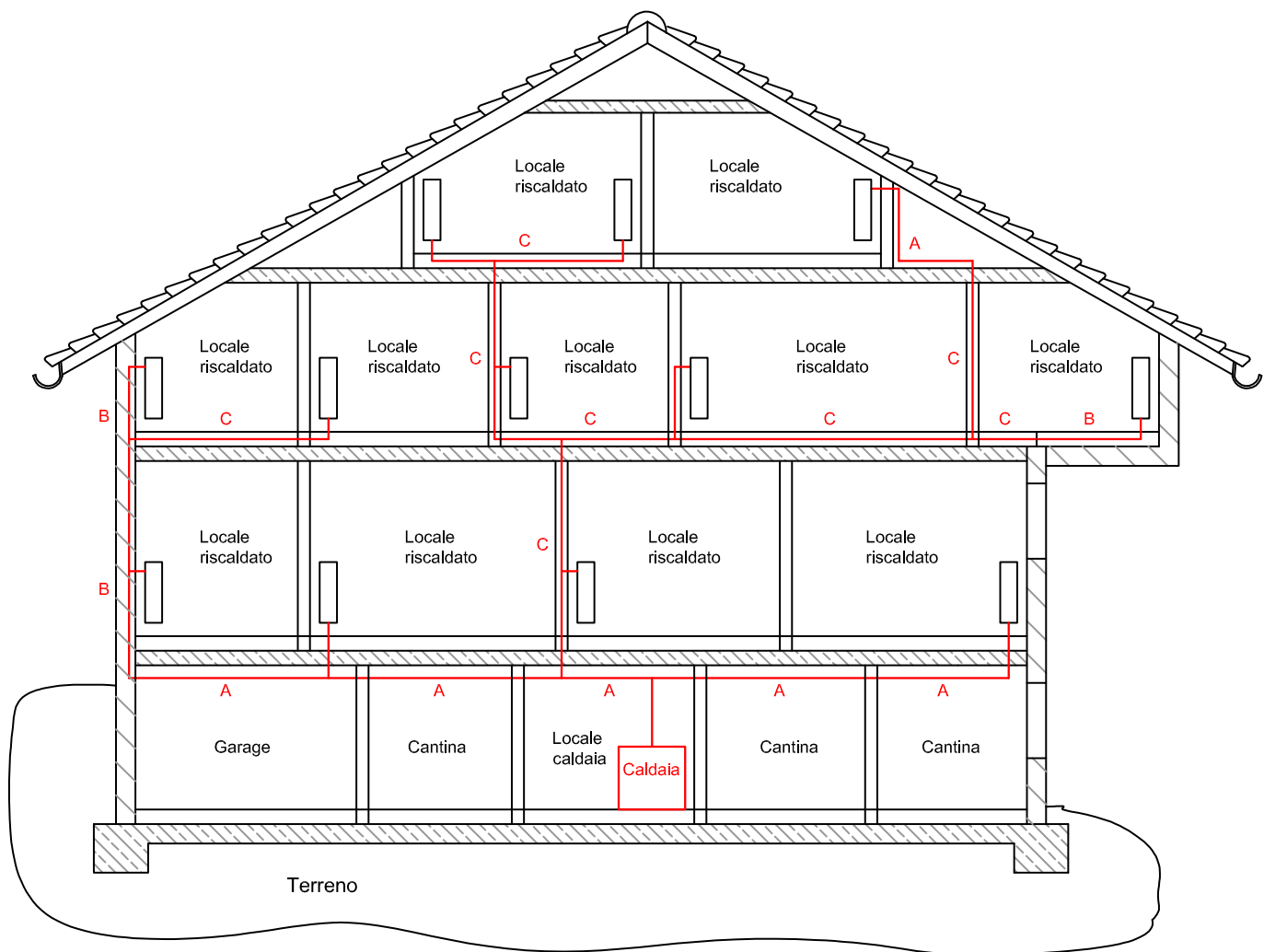
### Avvertenza:

Le tubazioni devono essere coibentate in modo uniforme, senza strozzature o riduzioni di spessore, comprese le curve, i raccordi, le flange, valvole, saracinesche e quant'altro possa configurarsi come ponte termico.

- Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 1, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella 1 stessa.
- I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,5 (**Categoria B** della figura a pag. seguente).
- Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3 (**Categoria C** della figura a pag. seguente).



## Esempio di coibentazione di rete trasportante fluidi riscaldati secondo D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412



### Categoria A

Isolamento di tubazioni esterne, cantine, garage, cunicoli, locali caldaia.  
(Vedi spessori tabella 1 alla pagina precedente)

### Categoria B

Isolamento di tubazioni correnti sulle pareti perimetrali degli edifici al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato.  
(Vedi spessori tabella 1 alla pagina precedente moltiplicati per 0,5)

### Categoria C

Isolamento di tubazioni correnti entro strutture e non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati.  
(Vedi spessori tabella 1 alla pagina precedente moltiplicati per 0,3)

## Tubazioni preisolate

Le tubazioni preisolate hanno il grande pregio di agevolare l'installatore nella posa degli impianti, permettendogli un notevole risparmio

di tempo e di costi. Dal momento che il tubo è già preisolato si rende possibile l'unione di due fasi di lavoro (posa del tubo e successiva

isolazione) in un unico passaggio, riducendo di conseguenza sia i tempi di lavoro che i costi relativi all'isolamento del tubo stesso.

### Tubi Prineto preisolati

La gamma dei tubi **Prineto** preisolati si compone di alcuni diametri dei tubi Stabil e dei tubi Riscaldamento, forniti completi di isolamento.

Il materiale isolante utilizzato per il rivestimento delle predette tubazioni è il Polietilene espanso Reticolato. L'isolante è protetto esternamente da una pellicola in LPDE che conferisce maggior forza e protezione meccanica all'isolante stesso, riuscendo pertanto a mantenere inalterate nel tempo tutte le sue proprietà.

Il materiale dell'isolante è atossico, inodore ed esente da clorofluorocarburi (CFC) dannosi per l'ambiente, conformemente a quanto previsto dal Regolamento Europeo (EC) n. 2037 del 29.06.2000. Lo spessore di rivestimento dei tubi **Prineto** preisolati è conforme a quanto previsto dal D.P.R. n. 412 del 26/08/93 (in



attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge n. 10/91) e valido per tubazioni correnti in ambienti riscaldati entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati. Di seguito riportiamo una tabella con indicate

le proprietà dell'isolante a seconda del tipo e del diametro dei tubi **Prineto** preisolati. Per eventuali approfondimenti sulle proprietà specifiche dei tubi **Prineto** elencati, consultare le pagine iniziali di questo capitolo.

### Caratteristiche tecniche

Tubi Prineto		Stabil 14 (14 x 2,0)	Stabil 16 (17 x 2,8)	Stabil 20 (21 x 3,4)	Stabil 25 (26 x 4,0)	Riscald. 16 (16 x 2,2)	Riscald. 20 (20 x 2,8)
<b>Caratteristiche isolante</b>							
Spessore	mm	6	6	6 / 10	10	6	10
Conducibilità termica	$\lambda$	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo	$\mu$	5297	5297	5297	5297	5297	5297
Autoestinguenza		CL1	CL1	CL1	CL1	CL1	CL1
<b>Lunghezza rotolo</b>	m	50	50	50	25	50	50



## Tubo Multistrato WÜRTH preisolato (solo per riscaldamento)

Il tubo Multistrato **Würth** è costruito in base alle indicazioni riportate nella norma UNI 10954-1 "Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda".

Questa tubazione è composta da un tubo di alluminio saldato longitudinalmente testa a testa, dotato di uno strato interno ed esterno di Polietilene Reticolato (PE-Xb/Al/PE-Xb). Tutti e tre i livelli sono tenuti assieme ermeticamente e indissolubilmente tramite due strati adesivi di collegamento.

Grazie al processo di reticolazione le qualità naturali del polietilene vengono migliorate di molto, contribuendo tra l'altro alla capacità di sopportare meglio il carico delle temperature e delle pressioni del tubo e garantendone maggior durezza.

Il processo di saldatura testa a testa consente all'alluminio di mantenere uno spessore

uniforme su tutto il tubo, anche sullo strato in polietilene il che consente di distribuire omogeneamente la pressione dei raccordi.

Il tubo di alluminio è indeformabile e garantisce, inoltre, l'impermeabilità all'ossigeno, causa di eventuali corrosioni alle componenti metalliche di un impianto.

Il materiale isolante utilizzato per il rivestimento della predetta tubazione è il Polietilene espanso Reticolato. L'isolante è protetto esternamente da una pellicola in LPDE che conferisce maggior forza e protezione meccanica all'isolante stesso, riuscendo pertanto a mantenere inalterate nel tempo tutte le sue proprietà. Il materiale dell'isolante è atossico, inodore ed esente da clorofluorocarburi (CFC) dannosi per l'ambiente, conformemente a quanto previsto dal Regolamento Europeo (EC) n. 2037 del 29.06.2000. Lo spessore di

rivestimento dei tubi Multistrato **Würth** preisolati è conforme a quanto previsto dal D.P.R. n. 412 del 26/08/93 (in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge n. 10/91) e valido per tubazioni correnti in ambienti riscaldati entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati.

I tubi Multistrato **Würth** trovano il loro impiego negli impianti di riscaldamento per il collegamento dal collettore di distribuzione ai singoli corpi scaldanti.

Per l'allacciamento ai terminali (ad es. collettori e/o valvole per radiatore) si utilizzano gli appositi adattatori di allacciamento (ad es. art. 0878 900 031). Utilizzare questi adattatori in combinazione con il raccordo di giunzione (art. 0878 900 034), per effettuare la giunzione di due tubi Multistrato.

### Proprietà principali:

#### Alta resistenza termica e meccanica

Range temperatura di utilizzo = - 40°C +95°C

Max pressione operativa = 10 bar

#### Resistenza alla corrosione

Superficie interna estremamente liscia e compatta che previene l'accumulo e la sedimentazione di depositi, causa principale dei fenomeni corrosivi.

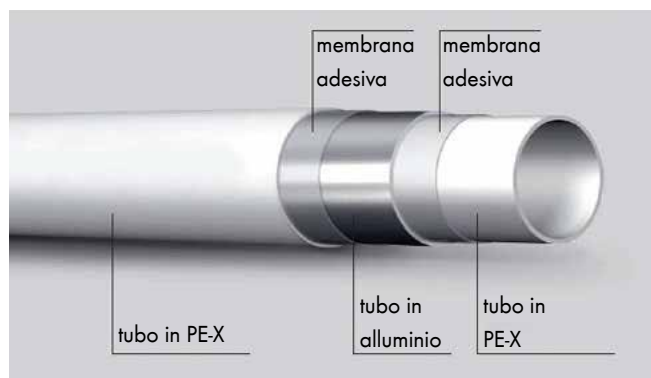
#### Alto grado di impermeabilità

Lo strato di alluminio permette ai tubi Multistrato **Würth** di sostenere alte pressioni e nel contempo impedisce ai gas e all'ossigeno di penetrare all'interno delle tubazioni.

#### Leggerezza, maneggevolezza, stabilità e durata

La grande flessibilità e leggerezza permettono un notevole risparmio di tempo in fase di installazione.

Il tubo, grazie allo strato interno di alluminio, non risente dell'"effetto memoria". La piegatura risulta perciò estremamente semplice e veloce, consentendo una grande riduzione del numero di giunzioni.



## Caratteristiche tecniche

Tubi Multistrato Würth		16 x 2,0	20 x 2,0
<b>Caratteristiche tubo</b>			
Diametro esterno	mm	16	20
Spessore parete	mm	2,0	2,0
Spessore alluminio	mm	0,25	0,25
Temperatura max di esercizio	°C	95	95
Pressione max di esercizio	bar	10	10
Conducibilità termica	W/mK	0,43	0,43
Dilatazione termica	mm/mK	0,025	0,025
Rugosità interna	μ	7	7
Diffusione ossigeno	mg/l	0	0
Grado di reticolazione	%	65	65
Contenuto acqua	l/m	0,113	0,201
Raggio di curvatura minimo con piegatubi esterna		5 x Ø est.	6 x Ø est.
Raggio di curvatura minimo con molla interna		3 x Ø est.	4 x Ø est.
<b>Caratteristiche isolante</b>			
Spessore	mm	6	6
Conducibilità termica	λ	0,036	0,036
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ	5297	5297
Autoestinguenza		CL1	CL1
<b>Lunghezza rotolo</b>			
	m	50	50

## Perdite di carico tubi Multistrato Würth a 50 °C

Portata (l/s)	16 x 2,0		20 x 2,0	
	Velocità (m/s)	Perdita di carico (mbar/m)	Velocità (m/s)	Perdita di carico (mbar/m)
0,01	0,088	0,146	0,049	0,037
0,02	0,176	0,490	0,099	0,125
0,03	0,265	0,996	0,149	0,254
0,04	0,353	1,647	0,199	0,420
0,05	0,442	2,434	0,248	0,621
0,06	0,530	3,349	0,298	0,854
0,07	0,619	4,386	0,348	1,119
0,08	0,707	5,541	0,398	1,413
0,09	0,796	6,809	0,447	1,736
0,10	0,884	8,188	0,497	2,088
0,15	1,326	16,647	0,746	4,245
0,20	1,769	27,541	0,995	7,023
0,25	2,211	40,698	1,244	10,378
0,30	2,653	55,994	1,492	14,278
0,35	3,096	73,332	1,741	18,700
0,40	3,538	92,636	1,990	23,622
0,45			2,239	29,030
0,50			2,488	34,907
0,55			2,736	41,243
0,60			2,895	48,027
0,65			3,234	55,248



# **RACCORDI**

# **PRINETO**



## RACCORDI

I raccordi **Prineto** possono essere utilizzati con tutte le tubazioni **Prineto** (eccetto i raccordi per i tubi RAP). Tutti i raccordi standard (ad es. i raccordi a T, i gomiti o i terminali) possono essere impiegati sia nelle installazioni sanitarie che in quelle di riscaldamento.

### Materiale

I raccordi standard, di qualità elevata, sono realizzati in ottone CW617N con superficie stagnata (colore: argento). Questo materiale possiede una buona resistenza contro i liquidi neutri, alcalini e organici.

I raccordi sono approvati dal DVGW secondo attestato di esame 8501AT2606, e sono conformi ai requisiti dell'attuale direttiva sull'acqua sanitaria TrinkwV in collegamento alla DIN 50930-6, garantendo dunque una distribuzione di acqua potabile sicura, salutare e igienica.

Le boccole vengono prodotte in ottone CuZn39Pb3 (CW 614 N secondo norma UNI EN 1254-3) e successivamente trattate termicamente. Le proprietà del materiale non consentono la lacerazione della boccola né durante il processo di compressione né in posizione montata.

I raccordi concepiti specificatamente per l'allacciamento dei radiatori, sono non stagnati.



### Raccordi standard Prineto

- In ottone CW617N, con superficie stagnata
- Trattati termicamente contro la tenso-corrosione
- Conformi alla direttiva sull'acqua sanitaria TrinkwV
- Le parti componenti la lega soddisfano la norma DIN 50930-6
- Abilitati dal DVGW
- Basse perdite di carico
- Elevata portata di flusso
- Un raccordo per tutti i tubi Prineto (eccetto quelli per tubi RAP)

### Corrosione esterna

In determinate circostanze (ad es. installazioni in stalle da bestiame, dove l'aria contiene ammoniaca) i raccordi **Prineto** vanno protetti dalla corrosione esterna. L'ammoniaca, l'ammonia, i sali di ammonio o il biossido di zolfo ecc. possono innescare il processo della tenso-corrosione. Di conseguenza i materiali a diretto contatto con la raccorderia (ad es. isolazioni, espansi e schiume di montaggio, detergenti ecc.) devono essere privi di nitrati ed il contenuto di ammoniaca non può superare lo 0,2%.

### Raccordi filettati

Al sistema **Prineto** sono associati anche adeguati raccordi filettati.

### Avvertenza:

Proteggere i raccordi e le boccole in caso di contatto prolungato con l'umidità (ad es. nel caso di tubazioni interrato), isolandoli con materiali impermeabili all'acqua. Proteggere i raccordi e le boccole dal contatto con l'opera muraria o con il massetto (installazioni sottotraccia), cemento, gesso, sostanze aggressive o corrosive, mediante opportuno rivestimento.

## Filettatura

Le filettature sono conformi alla norma UNI EN 10226, parte 1 - Filettature a tenuta: filettatura interna cilindrica (Rp), filettatura esterna conica (R).

Ne sono escluse le prolunghe per rubinetti con filettatura cilindrica interna ed esterna, i pezzi avvitabili ed i dadi per raccordi (G).

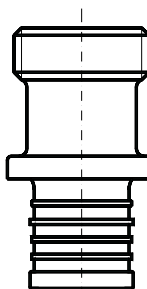
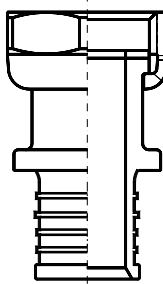
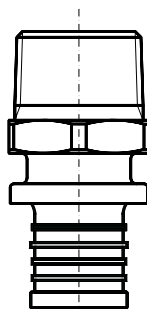
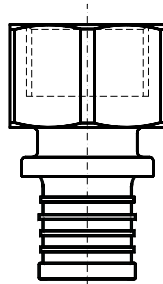
Queste filettature sono conformi alla norma UNI ISO 228 - Filettature non a tenuta.

I materiali e prodotti ermetizzanti ammessi per la filettatura non devono provocare tensocorrosione. Nella descrizione di questi prodotti deve essere riportata la dicitura "idoneo per tubi in plastica" ed il marchio di controllo DVGW (ad es. nastro in teflon).

## Passaggio ad altri sistemi

Utilizzando i seguenti raccordi è possibile passare da altri sistemi di tubazioni al sistema **Prineto** e viceversa:

- Terminali con filettatura interna Rp oppure esterna R (ad es. terminale diritto maschio 25 x R 3/4" art. 0878 641 360)
- Terminali per brasatura (per saldature su tubi in rame; ad es. terminale diritto per brasatura 20 x L 18 art. 0878 343 290)
- Chiusure ad avvitamento non a tenuta come pezzi avvitabili o terminali con dado girevole (ad es. terminale diritto femmina con dado girevole 25 x G 3/4" art. 0878 640 040)



## Identificazione delle filettature

### Rp

Filettatura interna cilindrica, a tenuta sul filetto

### R

Filettatura esterna conica, a tenuta sul filetto

### G

Filettatura interna cilindrica, non a tenuta sul filetto (a tenuta piana)

### G

Filettatura esterna cilindrica, non a tenuta sul filetto (a tenuta piana)

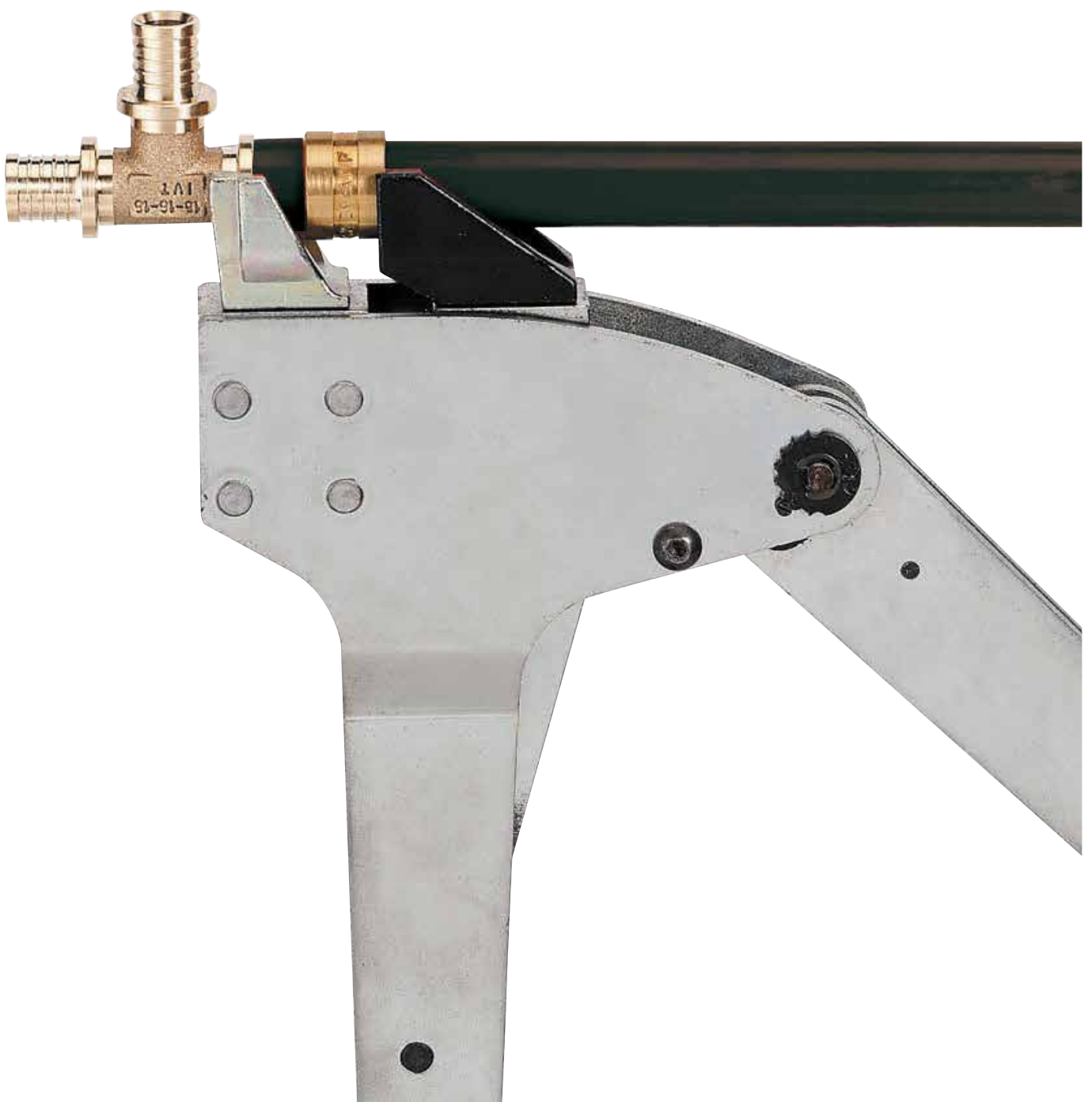
**Coefficienti di perdita di carico localizzata dei raccordi Prineto secondo DIN 1988**

Descrizione	$\xi$ (adimensionale)
<b>Terminale a 90° (corto e lungo)</b>	0,7
<b>Terminale a soffitto</b>	0,7
<b>Terminale a 90° doppio</b>	
separazione del flusso	1,3
passaggio con separazione del flusso	0,7
<b>Terminale diritto con flangia</b>	0,3
<b>Terminale a 90° con flangia</b>	0,7
<b>Terminale a 90° con flangia doppio attacco</b>	
separazione del flusso	1,3
passaggio con separazione del flusso	0,7
<b>Rubinetto d'arresto</b>	0,3
<b>Raccordo a T</b>	
separazione del flusso	1,3
unione del flusso	0,9
passaggio con separazione del flusso	0,3
riduzione o allargamento	0,4
correnti opposte con unione del flusso	3,0
correnti opposte con separazione del flusso	1,5
<b>Raccordo a T con attacco centrale</b>	
separazione del flusso	1,3
unione del flusso	0,9
passaggio con separazione del flusso	0,3
riduzione o allargamento	0,4
correnti opposte con unione del flusso	3,0
correnti opposte con separazione del flusso	1,5

Descrizione	$\xi$ (adimensionale)
<b>Raccordo a T con attacco laterale</b>	
separazione del flusso	1,8
unione del flusso	1,4
passaggio con separazione del flusso	0,3
riduzione o allargamento	0,7
correnti opposte con unione del flusso	3,0
correnti opposte con separazione del flusso	2,0
<b>Gomito</b>	
gomito a 90°	0,7
gomito a 45°	0,4
gomito a 90° maschio	0,7
<b>Collettore</b>	
uscita dal collettore	0,5
entrata nel collettore	1,0
passaggio	0,3
<b>Intermedio</b>	
intermedio diritto	0,3
intermedio diritto ridotto	0,4
<b>Terminali</b>	
terminale diritto maschio	0,4
terminale diritto femmina	0,4
terminale diritto femmina con dado girevole	0,4
raccordo Eurocono	0,4
raccordo a stringere	0,4
terminale diritto per brasatura	0,4
<b>Curva d'allacciamento</b>	0,7



# TECNICA DI GIUNZIONE DEL SISTEMA PRINETO



## Caratteristiche delle giunzioni Prineto

Le giunzioni a compressione con boccola di scorrimento **Prineto** sono state testate secondo il foglio di lavoro DVGW W 534 assieme a tutti i tubi **Prineto**. Grazie ad un accordo di controllo con il Centro per le materie plastiche di Würzburg (SKZ) e l'Istituto di Ricerca OFI di Vienna, viene garantita la massima e costante qualità. Il foglio di lavoro DVGW W 534 disciplina i raccordi ed i collegamenti per i tubi nell'installazione di condutture per l'acqua potabile, stabilendone i relativi requisiti e collaudi.

Ai raccordi **Prineto** è stato assegnato il marchio di controllo DVGW, con i relativi numeri di registrazione DW8501AT2149 e DW 8501AT2606.

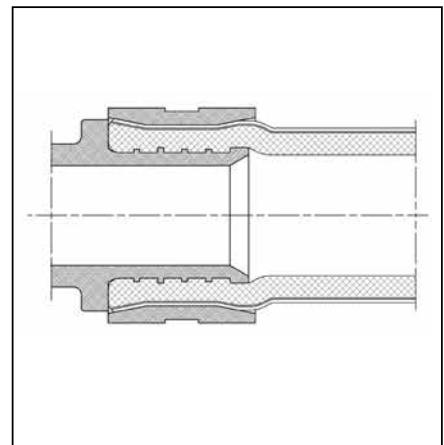
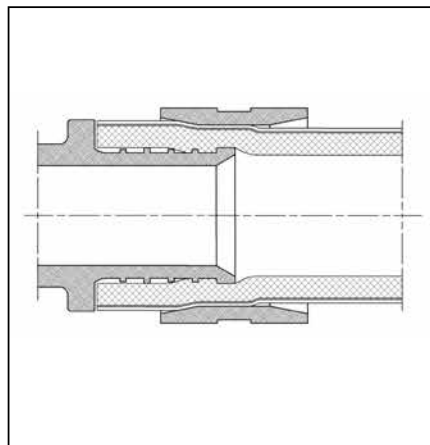
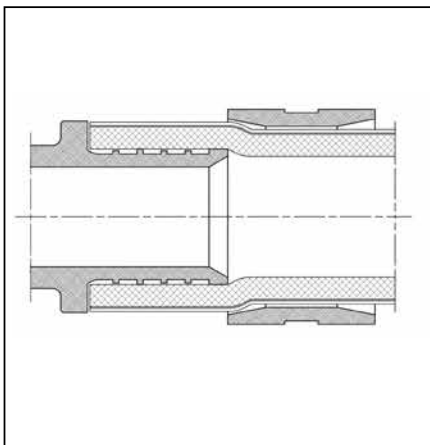
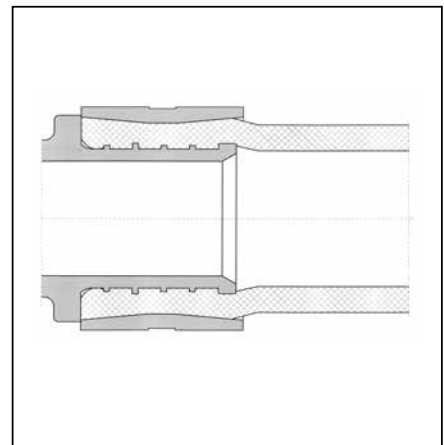
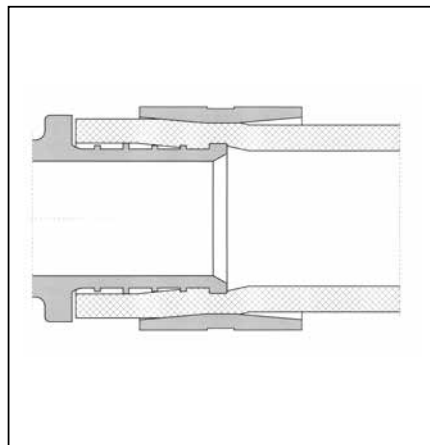
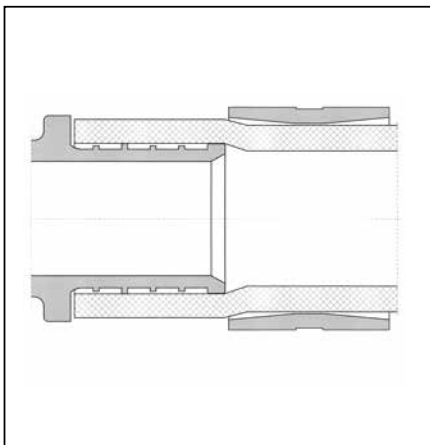
Le boccole vengono fornite in due colorazioni diverse per facilitare l'identificazione del tipo di boccola da utilizzare per la realizzazione delle varie giunzioni **Prineto**.

Le boccole per i tubi PE-X (Flex e Riscaldamento) 16, 20, 25 e 32 e per il tubo RAP 20 sono color ottone non trattato, mentre le boccole

per i tubi Stabil nonché per i tubi RAP 17 sono color ottone nichelato (vedi paragrafo "Individuazione sistema a colori" in questo capitolo).

### Vantaggi:

- Nessuna guarnizione O-Ring
- Estesa superficie di tenuta
- Elevata portata di flusso grazie all'espansione del tubo
- Giunzione successivamente ruotabile e regolabile
- Boccola di bloccaggio bi-direzionale



La chiusura a tenuta e la forza assiale di serraggio tra raccordo e tubo vengono garantite dalla pressione del materiale PE-X o PE-MDX provocata dalla boccola di scorrimento sul corpo del raccordo, senza l'impiego di alcun mastice aggiuntivo.

L'estremità del tubo viene precedentemente espansa per consentire l'alloggiamento del raccordo. Una volta ultimate, le giunzioni sono immediatamente in grado di sostenere sia carichi di pressione che di temperatura.

# Realizzazione delle giunzioni Prineto per tutti i tipi di tubo

## Panoramica attrezzature



### Troncatubi

per il taglio facile e veloce dei tubi fino al diametro 20 (al centro), per il taglio dei tubi fino al diametro 32 (in alto), per il taglio dei tubi fino al diametro 63 (in basso).

### Kit espansore manuale MAZ

per il taglio e l'espansione dei tubi fino al diametro 32, completo di testine d'espansione 16, 20, 25, 32.

### Kit pinza a forcella MSZ

Per la compressione delle boccole fino al diametro 32, completo di forcelle 16, 20, 25, 32.



### Kit espansione/lavorazione KSZ Stabil 14-20

per il taglio e l'espansione dei tubi, e per la compressione delle boccole fino al diametro 20 (solo tubo Stabil), completo di testine d'espansione 14, 16-20 combinata e forcelle 14, 16, 20.

### Utensile a batteria ASZA (a sx.) ed elettrico ESZ 2 (a dx.)

per l'espansione dei tubi con dispositivo espansore e la compressione delle boccole fino al diametro 63. (necessari accessori di completamento!).

### Cassetta di montaggio per pressatrici ASZA e ESZ 2 (accessorio di completamento)

per l'espansione dei tubi con dispositivo espansore e la compressione delle boccole fino al diametro 63, completa di portafortelle A e forcelle 16, 20, 25, 32.



### Dispositivi espansori (accessori di completamento)

per l'espansione dei tubi con utensile elettrico o a batteria, portafortelle A e testina d'espansione.



### Testine d'espansione (accessori di completamento)

per l'espansione dei tubi con pinza d'espansione manuale o con il relativo dispositivo espansore.



### Forcelle (accessori di completamento)

per la compressione delle boccole con pinza di compressione manuale KSZ o con utensile elettrico o a batteria e portafortelle A

## Individuazione sistema a colori

Grazie al metodo di individuazione del sistema a colori, è facile realizzare le varie giunzioni **Prineto**:

### Tubazioni e boccole



Boccola color ottone: tubi Flex (nero), tubi Riscaldamento (rosso) e tubo RAP 20 (grigio chiaro)



Boccola nichelata: tubi Stabil (bianco) e tubi RAP 17 (grigio e grigio chiaro)

### Forcelle



Forcella **F** gialla per il raccordo  
Forcella **S** nera per la boccola  
Per tubi Flex, tubi Riscaldamento e tubo RAP 20



Forcella **F** gialla per il raccordo  
Forcella **S** argentata (nichelata) per la boccola  
Per tubi Stabil e tubi RAP 17



Forcella **F** gialla per il raccordo  
Forcella **S** nera per la boccola  
Per tubo Stabil 14

### Consiglio:

Nella pinza di compressione, montare il lato frontale (verticale) delle forcelle sempre nella stessa direzione, eccetto nel caso del tubo Stabil 40, 50 e 63 dove vengono montate contrapposte (invertendo solamente la forcella lato boccola).

### Attenzione:

Utilizzare possibilmente tubi, raccordi e boccole in confezione originale.  
Pulire i raccordi sporchi e scartare quelli danneggiati.  
Utilizzare esclusivamente attrezzatura originale **Prineto**.  
Non lavorare con utensili difettosi, ad es. con testine d'espansione che presentano segmenti allargatori rotti o staccati. Tenere pulita l'attrezzatura di montaggio.  
Pulire e lubrificare regolarmente tutte le parti movimentate degli utensili manuali.  
Osservare le istruzioni d'uso e di montaggio! Prima della messa in funzione delle attrezzature elettriche, leggere le istruzioni d'uso. Rispettare inoltre le indicazioni sulla sicurezza.

## Testine d'espansione



Pinza d'espansione abbinata a testine d'espansione standard.



Pinza d'espansione abbinata a testine d'espansione speciali per i tubi RAP e per il tubo Stabil 14.

## Preparazione della procedura d'espansione

Avvitare completamente e fino in battuta la testina d'espansione, in base al diametro del tubo, sulla pinza d'espansione non in tensione o sul dispositivo espansore. Tutti i segmenti allargatori della testina d'espansione non devono presentare difetti.



Nelle espansioni elettriche, inserire il dispositivo espansore nel portaforcelle A fino in battuta (finché avviene lo scatto) ed inserire poi quest'ultimo nell'utensile elettrico ESZ 2 o nell'utensile a batteria ASZA fino in battuta.



Tagliare ortogonalmente il tubo con il troncatubi a cricco o il tagliatubi. Scegliere la boccola adatta al tipo e al diametro del tubo (boccola color ottone per i tubi Flex neri, tubi Riscaldamento rossi e tubo RAP 20 grigio chiaro, mentre la boccola nichelata color argento per i tubi Stabil bianchi ed i tubi RAP 17 grigio e grigio chiaro) ed applicarla alla tubazione facendola scorrere quanto basta, in modo da evitare che



nel processo d'espansione si trovi proprio nella zona di allargamento del tubo stesso.

Nel caso di tubi preisolati od inguainati, va prima spostato indietro o accorciato il rivestimento, facendo attenzione a non danneggiare il tubo interno.

Per i tubi Flex, Riscaldamento e Stabil si utilizzano le stesse testine d'espansione.



Innestare i segmenti della testina d'espansione completamente e fino in battuta all'interno della tubazione.



## Espansione

In caso di espansione con la pinza d'espansione manuale, chiudere lentamente e con movimenti regolari la pinza stessa fino in battuta, senza dare strappi e senza pompare! Durante l'espansione, non inclinare i tubi. Non espandere i tubi sotto sollecitazione di flessione.

In caso di espansione con utensile elettrico ESZ 2 posizionare il commutatore di direzione su "V" ed azionare l'interruttore di avvio fino a quando il pistone di scorrimento non raggiunge percettibilmente il punto anteriore di inversione.

A questo punto, per allentare la tensione, posizionare il commutatore di direzione su "R" e azionare l'interruttore di avvio fino a quando il pistone di scorrimento non raggiunge percettibilmente il punto posteriore di inversione.

In caso, infine, di espansione con utensile a batteria ASZA azionare l'interruttore di avvio fino a quando il pistone di scorrimento, dopo un forte scricchiolio, torna indietro automaticamente, liberando l'espansione realizzata.



Corretto

Espansione corretta



Errato

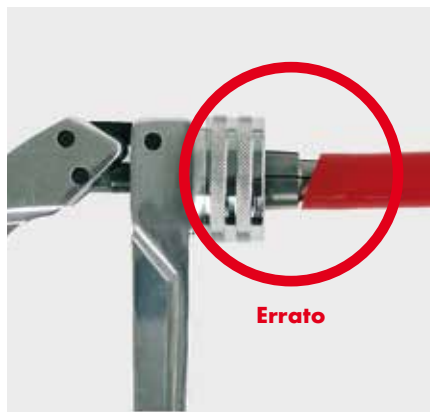
Innesto incompleto del tubo

Per i tubi Stabil dal 14 al 32 va effettuata 1 espansione, per i tubi Stabil 40 e 50 vanno effettuate 2 espansioni, per il tubo Stabil 63 vanno effettuate 3 espansioni. Per tutti gli altri tubi Prineto vanno effettuate 2 espansioni. In caso di più espansioni, ruotare leggermente il tubo o l'attrezzatura (ca. 30°) prima di eseguire la successiva espansione.



Errato

Espansione sotto sollecitazione di flessione



Errato

Taglio obliquo del tubo

### Consiglio:

Il processo d'espansione viene facilitato se il cono dell'espansore viene regolarmente pulito e leggermente lubrificato. Attenzione a non lubrificare troppo il cono, per evitare che il grasso eccedente possa entrare nel tubo. Osservare le istruzioni per l'uso.

### Attenzione:

Non espandere la boccola!



Processo d'espansione con ASZA

### Consiglio:

Si risparmia tempo di posa, se vengono prima espansi ed inseriti tutti i tubi, e poi, in una seconda fase di lavoro, compresse tutte le boccole.

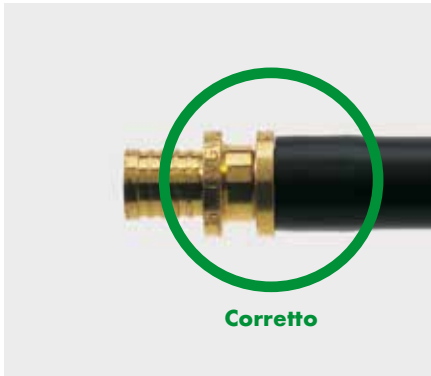
### Avvertenze:

I tubi Prineto non dovrebbero essere lavorati a temperature di gelo (eventualmente preriscaldare i locali di installazione). In caso di stretti raggi di curvatura ed in caso di espansioni il tubo verrebbe fortemente "affaticato", in quanto la capacità elastica del materiale del tubo diminuisce al calore della temperatura. Se si rendesse necessaria la lavorazione a dette basse temperature, il tubo dovrà essere preriscaldato. In caso contrario le curvature e le procedure di espansione vanno effettuate lentamente e con movimenti regolari.

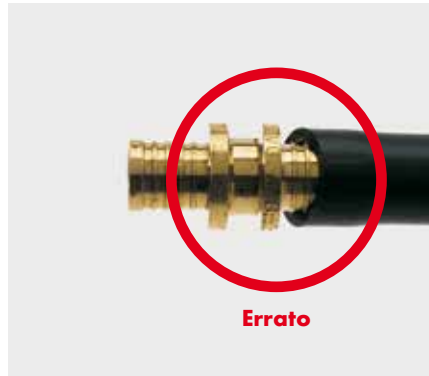
Verificare che la parte di tubo espansa non presenti eventuali danneggiamenti (ad es. una sovradilatazione).

## Inserimento del raccordo

Terminata l'espansione, inserire il raccordo nella tubazione. Nei tubi flessibili il tempo per l'inserimento del raccordo è limitato, in quanto l'estremità del tubo espansa inizierà a restringersi. Se il restringimento dovesse essere eccessivo, espandere nuovamente il tubo. Innestare completamente il raccordo nel tubo espanso fino in battuta del collare. Prestare attenzione alla corretta posizione del raccordo.



Raccordo innestato correttamente



Raccordo innestato in maniera errata

Nei tubi di diametro 20, 25 e 32 la lunghezza del tratto di tubo espanso è tale da lasciare, dopo l'innesto del raccordo, una fessura da 1 mm fino ad un massimo di 3 mm a seconda del diametro) tra l'estremità del tubo ed il collare del raccordo.

Questo è normale e non deve destare alcuna preoccupazione.

Ampiezza massima della fessura per ogni diametro:	
Tubo Stabil 14	nessuna fessura
Tubo Flex, Riscaldamento e Stabil 16	nessuna fessura
Tubo RAP 17	nessuna fessura
Tubo Flex, Riscaldamento e Stabil 20	1 mm di fessura
Tubo RAP 20	1,5 mm di fessura
Tubo Flex, Riscaldamento e Stabil 25	2 mm di fessura
Tubo Flex, Riscaldamento e Stabil 32	3 mm di fessura
Tubo Stabil 40	nessuna fessura
Tubo Stabil 50	nessuna fessura
Tubo Stabil 63	nessuna fessura



Fessura per diametro 32



Giunzione sezionata



Curvare il tubo direttamente nel punto della giunzione pressata provoca rotture alla parete del tubo.

## Procedura di compressione della boccola

Preparare la pinza di compressione inserendo una forcina F ed una S in base al tipo e al diametro del tubo (vedi paragrafo "Identificazione sistema a colori" in questo capitolo). Nei tubi Stabil di diametro 40, 50 e 63 inserire le forcine in modo tale che i simboli delle direzioni delle frecce siano l'uno verso l'altro. Una volta in posizione, le forcine devono scattare completamente fino in battuta.

Accostare manualmente la boccola all'estremità di tubo espansa.

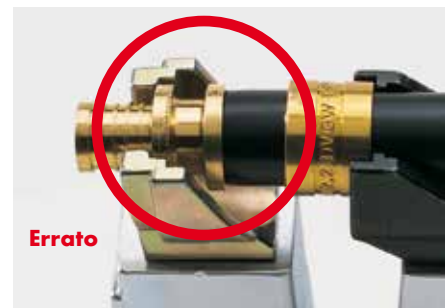
Agganciare le forcine della pinza di compressione aperta al collare del raccordo ed alla boccola.

Fare attenzione che questi ultimi (collare + boccola) siano ben posizionati e centrati nelle apposite scanalature delle relative forcine F ed S.

Nella pinza di compressione a cricchetto MSZ (Ø 14-32) azionare il dado in senso orario, prima a mano, poi con l'aiuto della chiave a cricco, comprimendo la boccola fino al raggiungimento del collare del raccordo. Prestare attenzione all'aggancio assiale dell'utensile rispetto al tubo e all'andamento allineato della boccola. Successivamente allentare il dado. La procedura di compressione è terminata.



Posizionamento corretto della forcina F sul collare del raccordo con MSZ.



Posizionamento errato della forcina F sul collare del raccordo. La giunzione subirà una sovrappressione.



Processo di compressione manuale con KSZ.



Processo di compressione elettrico con ESZ 2 / ASZA.

### Consiglio:

Pulire periodicamente il mandrino della pinza di compressione a cricchetto, eliminando polvere e sporcizia. Attenzione: nel pulire il mandrino, i cuscinetti vanno rimontati nella giusta sequenza (vedi sopra).

In caso di compressione con pinza manuale KSZ (Ø 14-20) il processo va effettuato premendo completamente la leva con un unico movimento.

In caso di compressione con utensile elettrico ESZ 2 (Ø 16-63) posizionare il commutatore di direzione su "V" ed azionare l'interruttore di avvio fino a quando il pistone di scorrimento non raggiunge percettibilmente il punto anteriore di inversione.

A questo punto, per allentare la tensione, posizionare il commutatore di direzione su "R" e azionare l'interruttore di avvio fino a quando il pistone di scorrimento non raggiunge percettibilmente il punto posteriore di inversione.

In caso, infine, di compressione con utensile a batteria ASZA azionare l'interruttore di avvio fino a quando il pistone di scorrimento, dopo un forte scricchiolio, torna indietro automaticamente, liberando la giunzione realizzata.

### Consiglio:

Per facilitare il processo di compressione delle boccole misura 50-63, consigliamo di utilizzare il lubrificante a secco PTFE Würth Art. 0893 550.

### Avvertenza:

Prima della messa in funzione delle attrezzature elettriche, leggere le istruzioni d'uso. Rispettare inoltre le indicazioni sulla sicurezza.



# **IMPIANTI IDRICO SANITARI PRINETO**





## Nozioni generali

Per la progettazione, l'installazione e l'esercizio degli impianti idrico sanitari negli edifici vanno osservate le seguenti norme e regolamenti:

- DIN 1988: Regole tecniche per impianti idrico sanitari
- UNI EN 806: Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano
- UNI EN 1717: Protezione dall'inquinamento dell'acqua potabile negli impianti idraulici e requisiti generali dei dispositivi atti a prevenire l'inquinamento da riflusso
- Regolamento TrinkwV 2001: Regolamento sulla qualità dell'acqua destinata al consumo umano
- Raccomandazioni KTW: Raccomandazioni dell'ente sanitario di controllo a riguardo delle materie plastiche impiegate nel trasporto di acqua potabile
- Direttiva modello linee e tubazioni (MLAR): Direttiva modello sui requisiti tecnici ed antincendio delle linee e tubazioni
- DIN 4109: Isolamento acustico negli edifici
- UNI EN 1254: Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica
- DIN 50930: Corrosione dei materiali metallici all'interno di tubazioni, serbatoi e apparecchi sottoposti a corrosione per mezzo di acqua

Le installazioni idrico sanitarie devono, inoltre, soddisfare i seguenti requisiti:

1. Evitare il peggioramento della qualità dell'acqua potabile all'interno dell'impianto installato nell'edificio
2. Rispettare le caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche dell'acqua stabilite nel regolamento sull'acqua potabile (TrinkwV) in corrispondenza dei punti di prelievo
3. Garantire la funzionalità per l'intera durata della vita del prodotto
4. Garantire al consumatore i necessari valori di esercizio di pressione e scorrimento dell'acqua
5. Rispettare i parametri limite consentiti per il rumore da scorrimento dell'acqua
6. Evitare l'ingresso di impurità nell'acqua potabile dalla rete idrica pubblica

Una progettazione professionale dell'impianto che ne consideri la funzionalità ed i materiali da impiegare, è determinante per il rispetto dei suddetti requisiti.

Tutte le materie plastiche ed i materiali non metallici dei sistemi di installazione **Prineto** che entrano a contatto con l'acqua potabile, soddisfano le raccomandazioni KTW sulle materie plastiche impiegate nel trasporto di acqua potabile, nonché la legge sui prodotti

alimentari e sui generi di uso corrente (LMBG). I tubi **Prineto** sono stati sottoposti ad analisi microbiologiche in base al protocollo DVGW W 270 e conformemente autorizzati, ed attestati idonei anche dal punto di vista tossicologico, nonché fisiologico.

I componenti di lega di tutti i materiali metallici impiegati nei sistemi di installazione **Prineto** che entrano a contatto con l'acqua potabile, sono a norma DIN 50930-6 e garantiscono quindi il rispetto del regolamento sull'acqua potabile TrinkwV 2001. Il materiale impiegato per i raccordi è un ottone (CW 617 N secondo norma UNI EN 1254-3).

Gli elementi dell'impianto idrico sanitario devono essere progettati per una pressione massima di esercizio pari a 10 bar. Nelle tubazioni d'acqua fredda non deve essere superata una temperatura del fluido di 25°C. La temperatura dell'acqua calda non deve superare di regola i 48°C, +5°C di tolleranza (eccetto ad es. in caso di disinfezione termica). I tubi ed i raccordi vanno progettati per una durata di esercizio di almeno 50 anni.

Le dilatazioni provocate in esercizio e le forze risultanti devono essere considerate ed assorbite tramite installazione di compensatori angolari e punti fissi. (vedi paragrafo "Dilatazione termica lineare e compensatori di dilatazione angolari" nel capitolo "Tubazioni"). Cavedi e tracce nell'opera muraria sono ammessi soltanto se non ne pregiudicano la stabilità. L'installazione a vista va fatta in base allo stato dell'arte in materia.

Le tubazioni d'acqua fredda sanitaria vanno protette dal surriscaldamento e dalla formazione di condensa. Per limitare le perdite di calore delle tubazioni d'acqua calda, va osservato il D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 ai fini del risparmio energetico (vedi paragrafo "Isolamento reti di fluidi riscaldati" nel capitolo "Tubazioni").

In conformità al protocollo DVGW - W 551, nelle parti di rete con oltre 3 litri di contenuto d'acqua, sono necessarie le tubazioni di ricircolo. Per motivi di risparmio energetico, le pompe di ricircolo non possono funzionare a ciclo continuo. Inoltre, nelle reti di ricircolo, bisogna fare attenzione a non superare una velocità di scorrimento massima dell'acqua pari a 0,5 m/s.

### Contenuto d'acqua dei tubi Prineto per installazioni idrico sanitarie

(in litri al metro)

Tubo <b>Flex</b> (nero)	
Ø 16 (16 x 2,2):	0,11 l/m
Ø 20 (20 x 2,0):	0,16 l/m
Ø 25 (25 x 3,5):	0,25 l/m
Ø 32 (32 x 4,4):	0,42 l/m

Tubo <b>Stabil</b> (bianco)	
Ø 16 (17 x 2,8):	0,11 l/m
Ø 20 (21 x 3,4):	0,16 l/m
Ø 25 (26 x 4,0):	0,25 l/m
Ø 32 (33 x 4,9):	0,42 l/m
Ø 40 (42 x 4,6):	0,86 l/m
Ø 50 (52 x 5,65):	1,31 l/m
Ø 63 (63 x 6,0):	2,04 l/m

Per motivi igienici, il sistema di tubazioni va accuratamente risciacquato prima della messa in funzione e sottoposto ad una prova di pressione secondo norma DIN 1988 (vedi paragrafo "Prova di pressione con acqua sanitaria").

Il risciacquo intermittente con una miscela aria-acqua descritto nella norma DIN 1988 viene eseguito per rimuovere eventuali residui di precedenti lavorazioni o focolai di corrosione nelle tubazioni in metallo. L'effettuazione di questa procedura relativamente dispendiosa anche nel caso di tubazioni nuove e prive residui preesistenti, è a discrezione dell'installatore.

E' tuttavia necessario che le tubazioni idrico sanitarie vengano risciacquate accuratamente!

### Corrosione esterna

In determinate circostanze (ad es. installazioni in stalle da bestiame, dove l'aria contiene ammoniaca) i raccordi **Prineto** vanno protetti dalla corrosione esterna. L'ammoniaca, l'ammina, i sali di ammonio o il biossido di zolfo ecc. possono innescare il processo della tensocorrosione.

Di conseguenza i materiali a diretto contatto con la raccorderia (ad es. isolazioni, espansi e schiume di montaggio, detergenti ecc.) devono essere privi di nitrati ed il contenuto di ammoniaca non può superare lo 0,2%.

### Attenzione:

Proteggere i raccordi e le boccole in caso di contatto prolungato con l'umidità (ad es. nel caso di tubazioni interrato), isolandoli con materiali impermeabili all'acqua. Proteggere i raccordi e le boccole dal contatto con l'opera muraria o con il massetto (installazioni sottotraccia), cemento, gesso, sostanze aggressive o corrosive, mediante opportuno rivestimento.

### Utilizzo con scaldacqua istantanei

Alcuni produttori di scaldacqua elettrici per la preparazione dell'acqua calda sanitaria sconsigliano di utilizzare i loro prodotti con le tubazioni in plastica.

Di solito questa raccomandazione vale per le serie più vecchie e per alcuni scaldacqua a regolazione idraulica. In questi apparecchi un sensore di portata regola il riscaldamento dell'acqua corrente a seconda che il punto di prelievo d'acqua calda sia aperto o chiuso. Nel caso si verificasse uno spegnimento ritardato anche minimo del processo di riscaldamento, si potrebbe generare un sovrariscaldamento con brevi ma elevatissimi aumenti di pressione e temperatura, che superano i parametri di utilizzo consentiti per i tubi **Prineto**. Di conseguenza sconsigliamo l'impiego dei tubi **Prineto** in combinazione con questi apparecchi.

Si consigliano prevalentemente apparecchi a regolazione elettronica, idonei all'impiego con i tubi in plastica.

### Utilizzo con cavi elettroriscaldanti

I tubi **Prineto** sono adatti ad essere impiegati con cavi elettroriscaldanti. La temperatura massima di detti cavi scaldanti non può superare i 90°C. Sono comunque da osservare le indicazioni del produttore dei cavi stessi. Per una trasmissione ottimale del calore, consigliamo di fissare il cavo riscaldante alla superficie del tubo, applicando del nastro adesivo alluminizzato su tutta la sua superficie.

### Regola di flusso in installazioni miste

La regola di flusso è basata sulla scala di nobiltà dei metalli e stabilisce che nella direzione del flusso dell'acqua, i metalli non nobili vadano installati prima di quelli nobili. Ciò serve ad evitare un possibile indebolimento dei metalli non nobili per effetto di reazioni elettrochimiche che potrebbero portare al fenomeno dell'acqua rossa.

Per i metalli è quindi necessario procedere, rispetto al flusso dell'acqua, con elementi di pari o superiore nobiltà, e mai il contrario. Di seguito riportiamo la giusta progressione (dal meno nobile al più nobile) di tre elementi molto diffusi nelle installazioni idrico sanitarie: acciaio zincato → rame → acciaio inox. Non è quindi corretto, ad es., posare un tratto di tubazione in acciaio inox per poi proseguire con l'acciaio zincato.

Se una parte di impianto idrico sanitario in acciaio zincato (metallo non nobile) viene sostituito con tubi e raccordi **Prineto** in ottone speciale (metallo nobile), si crea una installazione mista. Ciò è ammesso dalla norma DIN 1988 parte 7 e soddisfa le regole di buona tecnica.

In queste parti di impianti misti consigliamo comunque di limitare al massimo il numero dei raccordi.

### Disinfezione

Per la decontaminazione degli impianti idrico sanitari **Prineto** consigliamo la disinfezione termica con temperatura di 70°C come da protocollo DVGW - W 551. Detto protocollo stabilisce che una disinfezione continuativa degli impianti idrico sanitari **Prineto** con l'impiego di prodotti chimici è possibile esclusivamente nel rispetto del regolamento sull'acqua potabile TrinkwV 2001.

Una volta terminata la depurazione dell'acqua potabile, il contenuto di cloro all'interno dell'impianto non può superare il valore massimo di 0,3 mg/l.

### Acqua piovana

La qualità e la composizione chimica dell'acqua piovana sono soggette a fattori regionali ed industriali, e quindi possono variare di molto. Consigliamo l'impiego delle tubazioni **Prineto** in questo ambito solo a partire da un valore di pH dell'acqua piovana di 6,5 e superiore. E' inoltre necessaria la valutazione dei parametri delle sostanze corrosive, come il cloruro, il nitrato, il solfato, il nitrito e l'ammoniaca, nonché dell'acidità.

## Prova di pressione degli impianti idrico sanitari

Gli impianti idrico sanitari vanno sottoposti ad una prova di pressione con acqua ai sensi della norma DIN 1988 parte 2 sezione 11.1 "Riempimento e collaudo delle reti di tubazioni".

Si tratta di una prova sia di pressione che di resistenza, da effettuarsi a tubazioni ancora scoperte. La prova va protocollata ed il protocollo deve essere controfirmato dal committente e dal tecnico specializzato che l'ha effettuata (collaudatore).

Le proprietà del materiale dei tubi in plastica comportano una dilatazione del tubo durante la prova di pressione, che porta ad una diminuzione della pressione stessa. Anche le variazioni di temperatura del fluido falsano l'esito della prova. Per questi motivi, durante la prova, dovrebbe essere mantenuta una temperatura del fluido possibilmente costante, e la pressione iniziale dovrebbe essere ristabilita più volte dopo la dilatazione dei tubi.

La prova di pressione con acqua va effettuata come segue:

1. La rete di tubazioni va riempita con acqua sanitaria fresca. Assicurarsi, inoltre, che le tubazioni siano completamente sfiate
2. Preparare la prova preliminare alimentando tutto l'impianto alla pressione massima d'esercizio moltiplicata per 1,5. Ripristinare la pressione iniziale una volta dopo 10 minuti ed una seconda volta dopo 20 minuti. Dopo altri 10 minuti (in tutto 30 minuti dall'inizio) ha inizio la prova preliminare (senza ripristinare nuovamente la pressione iniziale!). L'impianto è considerato a tenuta, se entro 30 minuti dall'inizio della prova preliminare, il calo di pressione è inferiore a 0,6 bar e se non vengono riscontrate delle perdite

3. Subito dopo la prova preliminare ha inizio la prova principale (senza ripristinare nuovamente la pressione iniziale!). La pressione della prova principale corrisponde dunque alla pressione finale della prova preliminare. L'impianto è considerato a tenuta, se dopo 2 ore dall'inizio della prova principale, il calo di pressione è inferiore a 0,2 bar e se non vengono riscontrate delle perdite

Vedi "Protocollo di prova pressione per impianto idrico sanitario" alla pagina seguente.

# Protocollo di prova pressione per impianto idrico sanitario secondo DIN 1988-2

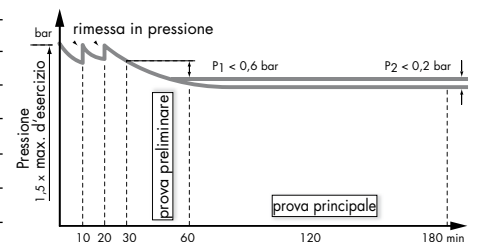
**Oggetto:** \_\_\_\_\_

**Committente:** \_\_\_\_\_

**Collaudatore:** \_\_\_\_\_

## Indicazione tratto di prova

16 m	_____
20 m	_____
25 m	_____
32 m	_____
Stabil 40	_____ m
Stabil 50	_____ m
Stabil 63	_____ m



## Prova preliminare (durata 30 minuti)

Inizio	_____	ora
Fine	_____	ora
Pressione di prova (1,5 x pressione max. d'esercizio)	_____	bar
Pressione dopo 30 minuti	_____	bar
Pressione dopo 60 minuti (fine prova preliminare)	_____	bar
Calo di pressione (max. 0,6 bar)	_____	bar

### Indicazioni:

La temperatura dell'acqua di prova deve essere tenuta il più possibile costante.  
Riempire le tubazioni con acqua.  
Sfiatare completamente le tubazioni.

## Prova principale (durata 2 ore)

Inizio	_____	ora
Fine	_____	ora
Pressione alla fine della prova preliminare	_____	bar
Pressione dopo 2 ore	_____	bar
Calo di pressione (max. 0,2 bar)	_____	bar

## Esito della prova di pressione preliminare e principale

**Prova di pressione superata**                      **si**                       **no**

**Constatati difetti di tenuta**                      **si**                       **no**

\_\_\_\_\_

Firma collaudatore

\_\_\_\_\_

Luogo, Data

\_\_\_\_\_

Firma committente o delegato

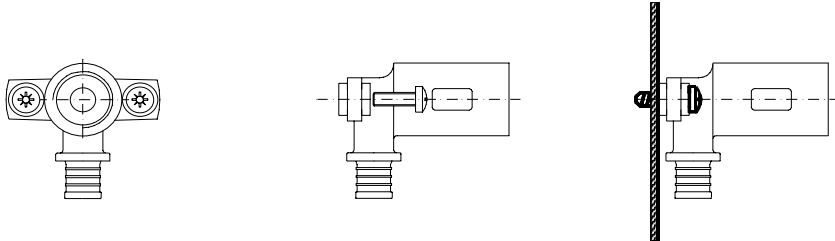
## Esempi di montaggio terminali Prineto

### Fissaggio del terminale a 90° direttamente al supporto

I terminali a 90° (sia corti che lunghi) sono muniti di viti a testa cilindrica M5 con intaglio a croce e di rondelle insonorizzanti e termoisolanti.

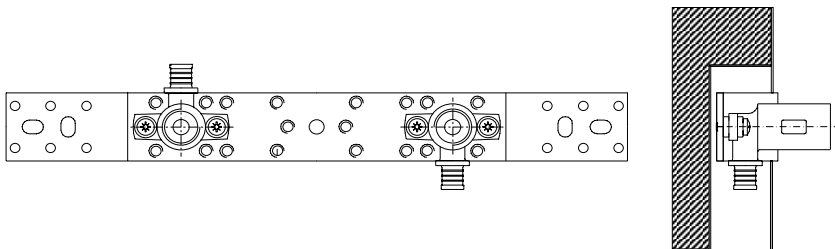
Le viti possono essere estratte e sostituite, a seconda del tipo di supporto.

La misura dalla parete (t) per il terminale a 90° corto, cambia rispetto a quello lungo, della relativa differenza di lunghezza tra i due.



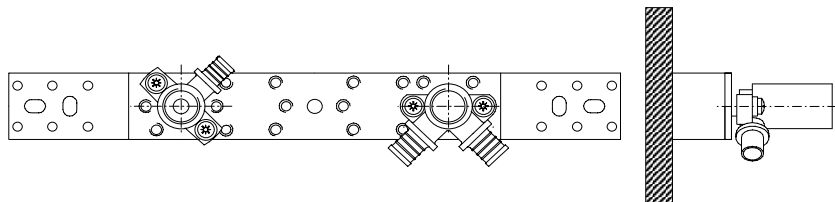
### Installazione in traccia/nicchia con supporto preforato sagomato 70/150

Terminale lungo a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale lungo a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale doppio a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale doppio a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale corto a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale corto a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale lungo a 90°	20 x Rp 3/4"
Terminale lungo a 90°	25 x Rp 3/4"



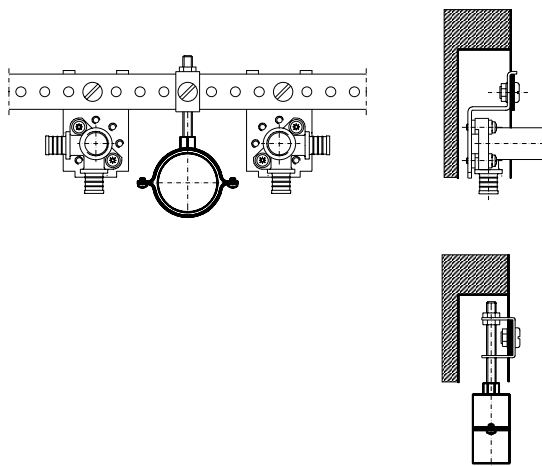
### Installazione a parete con supporto preforato sagomato 70/150

Terminale lungo a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale lungo a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale doppio a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale doppio a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale corto a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale corto a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale lungo a 90°	20 x Rp 3/4"
Terminale lungo a 90°	25 x Rp 3/4"



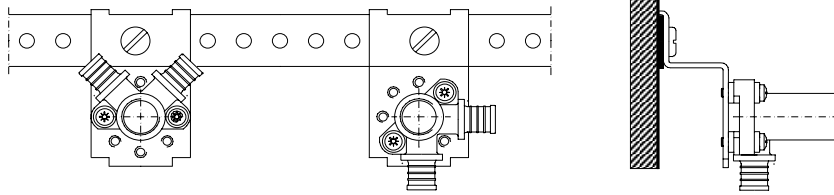
### Installazione in traccia/nicchia con supporto preforato variabile 80/400

Terminale lungo a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale lungo a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale doppio a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale doppio a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale corto a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale corto a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale lungo a 90°	20 x Rp 3/4"
Terminale lungo a 90°	25 x Rp 3/4"



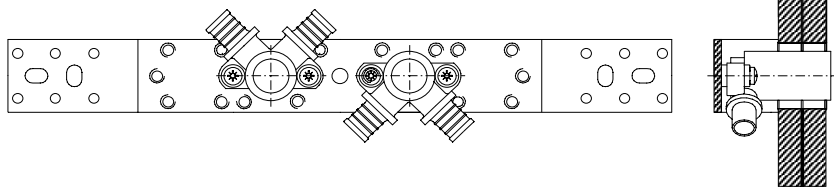
Pezzo ad U con barra filettata per il fissaggio del collare del tubo di scarico





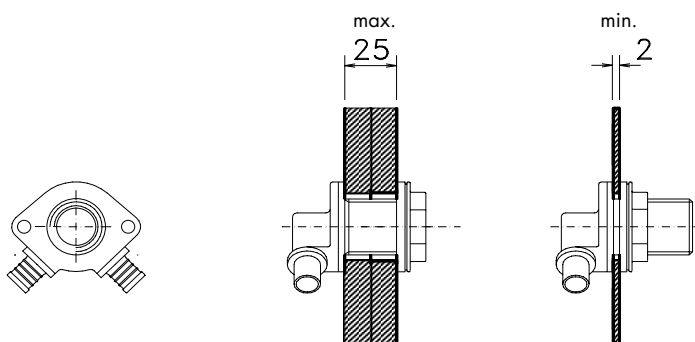
**Installazione a parete con supporto preforato variabile 80/400 senza pezzo ad U per collare tubo di scarico**

Terminale lungo a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale lungo a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale doppio a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale doppio a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale corto a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale corto a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale lungo a 90°	20 x Rp 3/4"
Terminale lungo a 90°	25 x Rp 3/4"



**Installazione in pareti "leggere" con supporto preforato sagomato 70/150**

Terminale lungo a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale lungo a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale doppio a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale doppio a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale corto a 90°	16 x Rp 1/2"
Terminale corto a 90°	20 x Rp 1/2"
Terminale lungo a 90°	20 x Rp 3/4"
Terminale lungo a 90°	25 x Rp 3/4"



**Installazione in pareti "leggere-portanti" con terminale flangiato**



Esempio di montaggio terminale flangiato

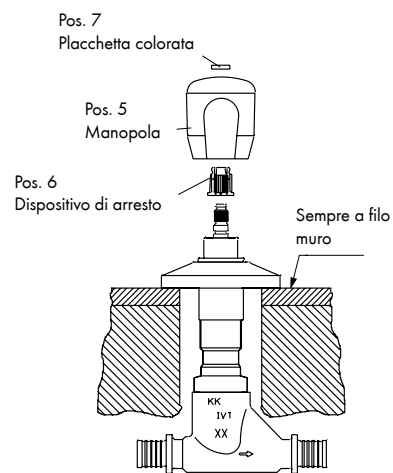
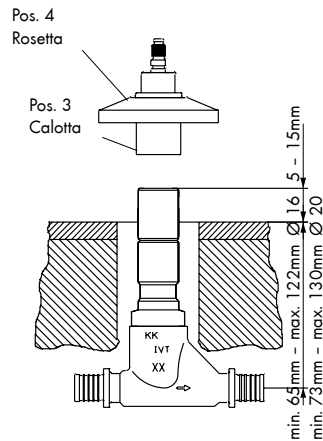
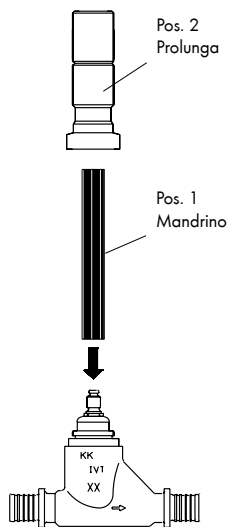
**Terminale per cassetta di risciacquo Prineto**

Dopo il montaggio della valvola a squadra viene fissato nella cassetta il terminale per cassetta di risciacquo **Prineto** (Art. 0878 650 130 o 140) mediante l'apposito dado speciale.

## Rubinetti d'arresto Prineto

Il rubinetto d'arresto **Prineto** viene utilizzato come valvola di intercettazione di un tratto di rete (ad es. nel caso di distribuzione a più piani oppure a zone), e può essere collegato direttamente alle tubazioni **Prineto Flex**, Riscaldamento oppure Stabil senza bisogno di ulteriori passaggi.

Il rubinetto d'arresto **Prineto** è abilitato secondo DVGW ed è utilizzabile sotto traccia negli impianti idrico sanitari e di riscaldamento fino a 90°C (stadio di pressione PN 10). In un secondo tempo può essere sostituito l'inserto corpo valvola.



### Installazione al grezzo

- Dopo il montaggio del corpo valvola sotto traccia inserire il coperchio di protezione.

### Montaggio finale

- Rimuovere il coperchio di protezione
- Applicare la scanalatura interna del mandrino (Pos. 1) alla parte superiore della valvola
- Avvitare la prolunga (Pos. 2) sul mandrino (Pos. 1) lasciandola ca. 5 - 15 mm fuori dal muro
- Applicare la rosetta (Pos. 4) alla calotta premontata (Pos. 3) fino in battuta ed avvitare quest'ultima alla prolunga fino a filo muro
- Applicare il dispositivo di arresto (Pos. 6) alla vite motrice della calotta
- Applicare la manopola (Pos. 5) al dispositivo di arresto (Pos. 6)

### Attenzione:

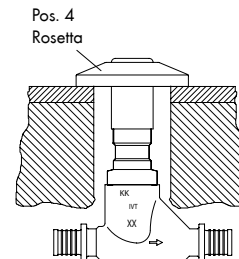
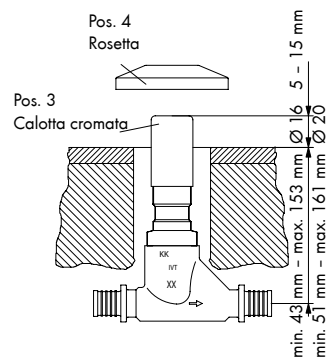
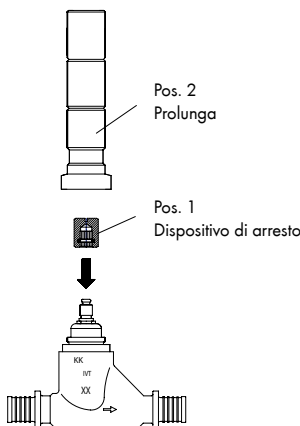
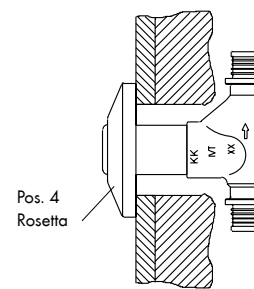
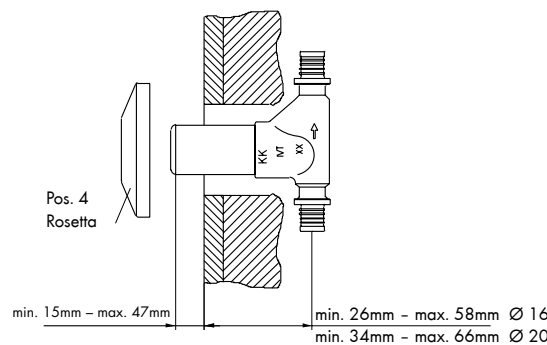
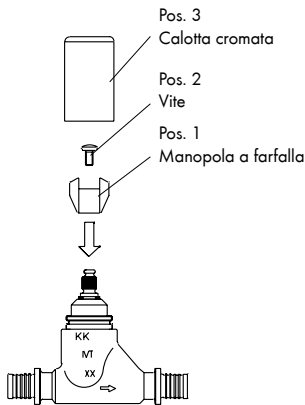
Il flusso dell'acqua deve scorrere nella direzione indicata dalla freccia sul corpo base del raccordo.

## Rubinetti d'arresto corto Prineto

Il rubinetto d'arresto corto **Prineto** trova particolare impiego laddove si voglia evitare l'utilizzo del dispositivo da parte di persone non autorizzate (ad es. asili, scuole ecc.). Al posto della manopola viene applicata una calotta di copertura. Sotto a questa calotta si trova una

piccola manopola a farfalla per il comando del dispositivo. Nel caso venisse superata la max. profondità di installazione standard di 58 mm (Ø 16) oppure di 66 mm (Ø 20), questa può essere comunque aumentata mediante l'utilizzo della prolunga per rubinetto d'arresto corto (art. 0878

680 037) fino a 153 mm (Ø 16) oppure 161 mm (Ø 20). Nel caso di utilizzo della prolunga, il comando della valvola avviene per mezzo di un adeguato cacciavite a taglio (non fornito) direttamente nel dispositivo di arresto. La manopola a farfalla non sarà quindi più necessaria.



### Rubinetti d'arresto corto

#### Installazione al grezzo

- Dopo il montaggio del corpo valvola sotto traccia inserire il coperchio di protezione.

#### Montaggio finale

- Rimuovere il coperchio di protezione
- Applicare la scanalatura interna della manopola a farfalla (Pos. 1) alla parte superiore della valvola
- Avvitare la vite (Pos. 2) e la calotta cromata (Pos. 3) alla parte superiore della valvola
- Applicare la rosetta (Pos. 4) alla calotta cromata (Pos. 3) fino in battuta

### Rubinetti d'arresto corto con prolunga

#### Installazione al grezzo

- Dopo il montaggio del corpo valvola sotto traccia inserire il coperchio di protezione.

#### Montaggio finale

- Rimuovere il coperchio di protezione
- Applicare la scanalatura interna del dispositivo di arresto (Pos. 1) alla parte superiore della valvola
- Avvitare la prolunga (Pos. 2) alla parte superiore della valvola ed eventualmente regolarne la lunghezza
- Avvitare la calotta cromata (Pos. 3) ed applicare la rosetta spingendola fino a filo muro (Pos. 4)

#### Attenzione:

Il flusso dell'acqua deve scorrere nella direzione indicata dalla freccia sul corpo base del raccordo.

# Progettazione e dimensionamento degli impianti idrico sanitari

secondo DIN 1988 parte 3

La base per la progettazione ed il dimensionamento degli impianti idrico sanitari è la norma DIN 1988 "Regole tecniche per installazioni idrico sanitarie", come pure, allo stesso modo, la UNI EN 806. La UNI EN 1717 sostituisce parzialmente la DIN 1988 parte 4.

Il punto di partenza per il dimensionamento è la pressione minima di alimentazione dell'acquedotto, che deve essere nota prima dell'inizio della progettazione.

L'esatto dimensionamento con il calcolo delle portate viene oggi solitamente eseguito mediante programmi di calcolo.

Un calcolo di massima delle portate idriche per un piccolo progetto di costruzione, senza l'utilizzo di costosi software di progettazione, basato sulla DIN 1988 parte 3, viene di seguito illustrato. In questo metodo di calcolo le perdite di carico dei raccordi e della lunghezza delle tubazioni non vengono considerate.

Esempio per un edificio unifamiliare: viene presupposta una pressione di alimentazione dell'acquedotto di 4 bar, che risulta sufficiente a vincere l'altezza della casa (ca. 8 m = 0,8 bar) e le perdite di carico delle tubazioni e dei raccordi.

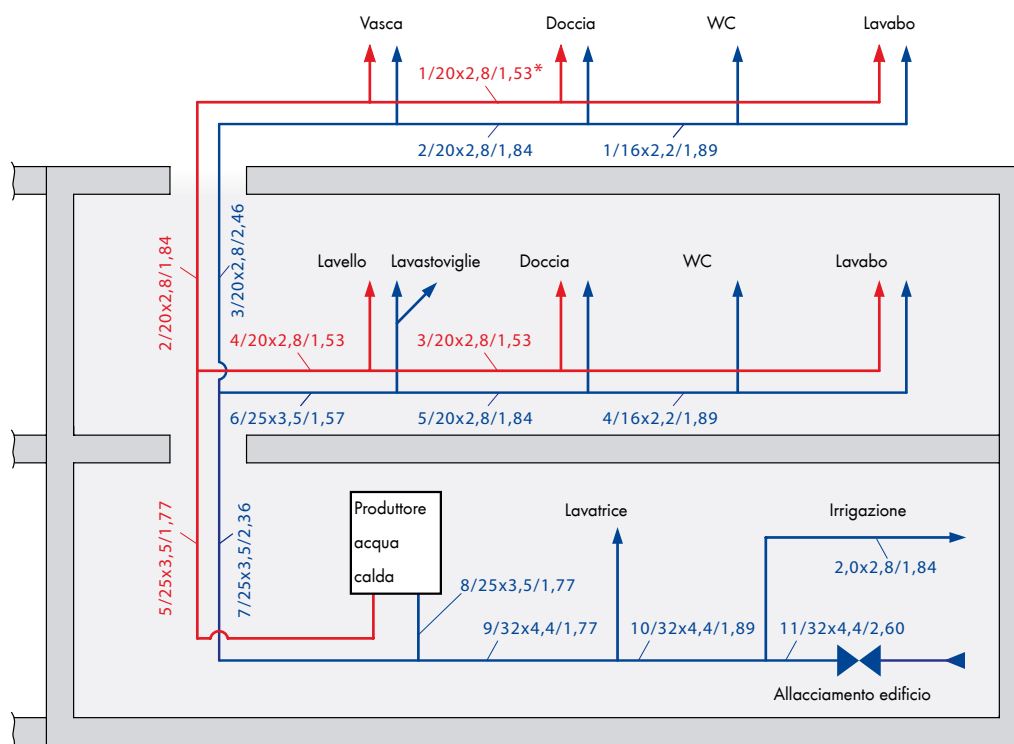
La grandezza limite per un dimensionamento di massima è la velocità di flusso.

Si consiglia, all'interno di edifici residenziali, di non oltrepassare una velocità di scorrimento dell'acqua di 2,50 m/s.

Massima velocità di scorrimento di calcolo, secondo Tabella 5, DIN 1988 parte 3

Parte di tubatura	massima velocità di scorrimento di calcolo in base alla durata di erogazione	
	≤ 15 min	> 15 min
Linee di collegamento	2 m/s	2 m/s
Linee di consumo		
Tratti con passaggi in rubinetti con ridotte perdite di carico	5 m/s	2 m/s
Tratti con passaggi in rubinetti con elevate perdite di carico	2,5 m/s	2 m/s
Reti di ricircolo	0,5 m/s	

## Schema idrico sanitario di un edificio



\*Numero tratto / Diametro tubo / Velocità di scorrimento

Come si può notare nello schema precedente ogni tratto di tubazione, suddiviso in acqua calda e fredda, viene calcolato separatamente. A seconda del numero dei punti di erogazione d'acqua allacciati, si ricava il volume di portata

necessario (portate totali VR in litri al secondo). I valori delle portate nominali delle singole apparecchiature, riportati nella seguente tabella, sono alla base del calcolo.

### Valori delle portate nominali dei punti di erogazione d'acqua sanitaria più utilizzati, secondo Tabella 11, DIN 1988, parte 3

Tipo di punto di erogazione d'acqua sanitaria		Portate nominali per prelievo di		
		acqua miscelata		solo acqua sanitaria fredda o riscaldata
		VR fredda l/s	VR calda l/s	VR l/s
Rubinetto di scarico senza aeratore	DN 15	-	-	0,30
Rubinetto di scarico senza aeratore	DN 20	-	-	0,50
Rubinetto di scarico con aeratore	DN 10	-	-	0,15
Rubinetto di scarico con aeratore	DN 15	-	-	0,15
Soffione per docce di lavaggio	DN 15	0,10	0,10	0,20
Sciacquatoio secondo DIN 3265 parte 1	DN 20	-	-	1,00
Sciacquatoio per orinatoi	DN 15	-	-	0,30
Lavastoviglie domestica	DN 15	-	-	0,15
Lavatrice domestica	DN 15	-	-	0,25
Miscelatore per docce	DN 15	0,15	0,15	-
Miscelatore per vasche da bagno	DN 15	0,15	0,15	-
Miscelatore per lavelli da cucina	DN 15	0,07	0,07	-
Miscelatore per lavabi	DN 15	0,07	0,07	-
Miscelatore per bidet	DN 15	0,07	0,07	-
Cassetta di sciacquo WC	DN 15	-	-	0,13

Ad esempio, nel tratto n° 3 della rete acqua fredda sono allacciati i seguenti quattro punti di erogazione del piano primo:

Vasca da bagno = 0,15 l/s  
 Doccia = 0,15 l/s  
 Cassetta sciacquo WC = 0,13 l/s  
 Lavabo = 0,07 l/s

Nel tratto n° 3 devono quindi scorrere in totale 0,50 l/s di acqua fredda (portata totale = 0,50 l/s).

Nel caso invece del tratto n° 2 della rete acqua calda sono allacciati solo tre punti di erogazione del piano primo:

Vasca da bagno = 0,15 l/s  
 Doccia = 0,15 l/s  
 Lavabo = 0,07 l/s

Nel tratto n° 2 devono quindi scorrere in totale solo 0,37 l/s di acqua calda (portata totale = 0,37 l/s).

**Individuazione delle portate di progetto in relazione alle portate totali per edifici residenziali, Tab. 12 DIN 1988, parte 3**

Siccome è molto improbabile che nel bagno del primo piano vengano aperti contemporaneamente tutti i rubinetti di erogazione, vanno individuate, in relazione alle portate totali per acqua calda e fredda, le cosiddette portate di progetto.

Le portate di progetto sono le portate massime previste nei periodi di maggior utilizzo dell'impianto e sono le portate in base a cui vanno dimensionate le reti di distribuzione.

Per determinare dette portate di progetto risulta molto pratico e conveniente utilizzare appositi diagrammi o tabelle che consentono di ricavare direttamente le portate di progetto in relazione al tipo di utenza e alle portate totali dei rubinetti installati.

A seconda della destinazione d'uso dell'edificio (tipo di utenza), le portate di progetto, a parità di portate totali, risultano diverse: in un albergo, ad esempio, la probabilità che tutte le docce vengano utilizzate contemporaneamente è molto più alta rispetto ad un edificio residenziale. Ne consegue che le portate di progetto avranno valori più elevati.

Di seguito è illustrata la tabella riguardante il caso degli edifici residenziali.

Per la progettazione di reti idriche in edifici con destinazione d'uso diversa rispetto a quella utilizzata per l'esempio, consultare le ulteriori tabelle dalla n° 13 alla n° 17 riportate nella DIN 1988 parte 3 (uffici, alberghi, pensioni, ospedali, cliniche, scuole, centri sportivi ecc.).

Come deducibile dalla tabella, per portate totali fino a 20 l/s i valori delle portate di progetto vengono suddivisi in due parti distinte, a seconda del caso in cui nel tratto di tubazione in esame siano allacciati rubinetti di erogazione con singolo prelievo (portata nominale) maggiore o minore a 0,50 l/s. Nel caso di edifici residenziali, singoli rubinetti di erogazione con portata nominale > 0,50 l/s, possono essere unicamente i WC con flussometro.

Portata totale con singoli prelievi		Portata di progetto
≤ 0,5 l/s	> 0,5 l/s	
l/s	l/s	l/s
0,06		0,05
0,10		0,10
0,15		0,15
0,21		0,20
0,29		0,25
0,38		0,30
0,48		0,35
0,60		0,40
0,72		0,45
0,87	0,50	0,50
1,03	0,55	0,55
1,20	0,60	0,60
1,39	0,65	0,65
1,59	0,70	0,70
1,81	0,75	0,75
2,04	0,80	0,80
2,29	0,85	0,85
2,55	0,90	0,90
2,83	0,95	0,95
3,13	1,00	1,00
3,45	1,05	1,05
3,78	1,31	1,10
4,12	1,50	1,15
4,49	1,70	1,20
4,87	1,92	1,25
5,26	2,17	1,30
5,68	2,44	1,35
6,11	2,74	1,40
6,56	3,06	1,45
7,03	3,41	1,50
7,51	3,80	1,55
8,02	4,22	1,60
8,54	4,67	1,65
9,08	5,17	1,70
9,63	5,70	1,75
10,21	6,27	1,80
10,80	6,89	1,85
11,41	7,56	1,90
12,04	8,28	1,95
12,69	9,05	2,00
13,36	9,88	2,05
14,05	10,76	2,10
14,76	11,71	2,15
15,48	12,72	2,20
16,23	13,80	2,25
16,99	14,95	2,30
17,78	16,17	2,35
18,58	17,48	2,40
19,40	18,86	2,45
20,24	20,33	2,50

Portata totale	Portata di progetto
l/s	l/s
21,89	2,55
23,54	2,60
25,28	2,65
27,13	2,70
29,08	2,75
31,15	2,80
33,32	2,85
35,62	2,90
38,04	2,95
40,58	3,00
43,26	3,05
46,08	3,10
49,04	3,15
52,15	3,20
55,41	3,25
58,83	3,30
62,41	3,35
66,17	3,40
70,10	3,45
74,21	3,50
78,51	3,55
83,01	3,60
87,71	3,65
92,62	3,70
97,74	3,75
103,08	3,80
108,65	3,85
114,45	3,90
120,50	3,95
126,79	4,00
133	4,05

Portata totale	Portata di progetto
l/s	l/s
140	4,10
147	4,15
155	4,20
162	4,25
170	4,30
178	4,35
187	4,40
196	4,45
205	4,50
215	4,55
225	4,60
235	4,65
246	4,70
257	4,75
268	4,80
280	4,85
292	4,90
305	4,95
318	5,00
331	5,05
345	5,10
360	5,15
374	5,20
390	5,25
406	5,30
422	5,35
439	5,40
456	5,45
474	5,50
493	5,55
512	5,60

Per entrambi i tratti di tubo precedentemente analizzati, ne risulta quindi che:

- nel tratto n° 3, da 0,50 l/s di acqua fredda (portata totale 0,50 l/s arrotondata a 0,60 l/s) diventano solo 0,40 l/s di portata di progetto.
- nel tratto n° 2, da 0,37 l/s di acqua calda (portata totale 0,37 l/s arrotondata a 0,38 l/s) diventano solo 0,30 l/s di portata di progetto.

Utilizzando le tabelle delle perdite di carico dei tubi alla fine di questo capitolo, vengono rilevati i diametri delle tubazioni di entrambi i tratti. La grandezza limite in queste tabelle è la velocità di scorrimento  $v$  (max. 2,50 m/s). La portata di progetto, a questo punto nota, viene cercata nella colonna di sinistra delle tabelle, cominciando dal diametro di tubo più piccolo.

Per entrambi i tratti di tubo in esame ne risulta quindi che:

- nel tratto n° 3 con 0,40 l/s di acqua fredda non può essere utilizzato il tubo **Prineto** 16. Si adopererà, invece, il tubo **Prineto** 20 con il quale si ottiene una velocità di scorrimento  $v = 2,46$  m/s.
- nel tratto n° 2 con 0,30 l/s di acqua calda non può essere utilizzato il tubo **Prineto** 16. Si adopererà, invece, il tubo **Prineto** 20 con il quale si ottiene una velocità di scorrimento  $v = 1,84$  m/s.

I vari diametri rilevati vengono quindi segnati nella pianta o nello schema, in corrispondenza dei relativi tratti di tubo.

Questo procedimento dovrà essere ripetuto per ogni singolo tratto di tubazione:

calcolare la portata totale (somma delle singole portate nominali di ogni punto di erogazione d'acqua - utilizzando la tabella 11) → rilevare la corrispondente portata di progetto (utilizzando la tabella 12) → ricavare il diametro di tubo necessario (utilizzando le tabelle delle perdite di carico a fine capitolo).

Per l'allacciamento generale dell'edificio all'acquedotto viene prima calcolata la portata totale di tutti i punti di presa acqua calda e fredda e, successivamente, rilevata la corrispondente portata di progetto. A questo punto dimensionare il diametro della tubazione generale di ingresso nell'edificio.

**Tabella di progetto rete acqua fredda:**

Tratto tubazione	Portata totale VR [l/s]	Portata di progetto V [l/s]	Diametro tubo <b>Prineto</b>	Velocità di scorrimento $v$ [m/s]
1	0,20	0,20	16	1,89
2	0,35	0,30	20	1,84
3	0,50	0,40	20	2,46
4	0,20	0,20	16	1,89
5	0,35	0,30	20	1,84
6	0,57	0,40	25	1,57
7	1,07	0,60	25	2,36
8	0,66	0,45	25	1,77
9	1,73	0,75	32	1,77
10	1,98	0,80	32	1,89
11		1,10	32	2,60

**Tabella di progetto rete acqua calda:**

Tratto tubazione	Portata totale VR [l/s]	Portata di progetto V [l/s]	Diametro tubo <b>Prineto</b>	Velocità di scorrimento $v$ [m/s]
1	0,22	0,25	20	1,53
2	0,37	0,30	20	1,84
3	0,22	0,25	20	1,53
4	0,29	0,25	20	1,53
5	0,66	0,45	25	1,77

### Attenzione:

I rubinetti per irrigazione sono da considerarsi come apparecchi con flusso continuo e non possono essere calcolati nella portata di progetto. Un irrigatore può rimanere in funzionamento per tempi prolungati e quindi va calcolato separatamente. Questo spiega anche, perché un rubinetto da 1/2" con una portata di scarico di 0,30 l/s viene sempre allacciato con un tubo **Prineto** 20. Infatti, con un tubo **Prineto** 16, la velocità di flusso sarebbe di 2,80 m/s, e quindi superiore al valore ammesso di 2,00 m/s per le linee di collegamento.

### Attenzione:

Nel caso di lunghi sviluppi di tubazioni, devono essere ovviamente considerate le perdite di carico. Un tubo **Prineto** da 20 x 2,8 con uno sviluppo di 40 m ed una velocità media di flusso di 2,00 m/s, genera una perdita di carico d'attrito di 1,48 bar (dalle tabelle di perdite di carico 20 x 2,8 → 2,03 m/s → 36,89 mbar/m x 40 m = 1,48 bar)! In questo valore non sono ancora considerate le perdite di carico prodotte dai raccordi e dal dislivello tra l'ingresso dell'acqua nell'edificio e il rubinetto di erogazione posto nella posizione più alta.

### Indicazione:

Il precedente metodo di calcolo semplificato è solamente un aiuto allo sviluppo di semplici calcoli di portate per la composizione di un preventivo, ma non esonera l'installatore o il progettista da una corretta progettazione dell'impianto idrico sanitario secondo le regole di buona tecnica!

### Consiglio:

Per la diramazione al lavello da cucina bisogna tenere conto, nella rete acqua fredda, sia della singola portata del lavello che della lavastoviglie. Ne consegue quindi una portata totale di 0,22 l/s!

**Perdite di carico dei tubi diametro 16 x 2,2  
[Tubo Flex 16, Tubo Stabil 16]**

Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [mbar/m]	
		10 °C	60 °C
0,01	0,09	0,23	0,17
0,02	0,19	0,76	0,58
0,03	0,28	1,55	1,18
0,04	0,38	2,57	1,96
0,05	0,47	3,79	2,89
0,06	0,57	5,22	3,98
0,07	0,66	6,83	5,22
0,08	0,76	8,63	6,59
0,09	0,85	10,61	8,01
0,10	0,95	12,75	9,74
0,11	1,04	15,07	11,50
0,12	1,14	17,55	13,40
0,13	1,23	20,18	15,41
0,14	1,32	22,98	17,55
0,15	1,42	25,93	19,80
0,16	1,51	29,03	22,16
0,17	1,61	32,28	24,64
0,18	1,70	35,67	27,24
0,19	1,80	39,21	29,94
0,20	1,89	42,89	32,75
0,21	1,99	46,72	35,67
0,22	2,08	50,68	38,70
0,23	2,18	54,78	41,83
0,24	2,27	59,02	45,06
0,25	2,37	63,39	48,40
0,26	2,46	67,89	51,84
0,27	2,55	72,52	55,38

**Perdite di carico dei tubi diametro  
20 x 2,8 [Tubo Flex 20, Tubo Stabil 20]**

Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [mbar/m]	
		10 °C	60 °C
0,01	0,06	0,08	0,06
0,02	0,12	0,27	0,21
0,03	0,18	0,56	0,42
0,04	0,25	0,92	0,70
0,05	0,31	1,36	1,04
0,06	0,37	1,87	1,43
0,07	0,43	2,45	1,87
0,08	0,49	3,09	2,36
0,09	0,55	3,80	2,90
0,10	0,61	4,57	3,49
0,11	0,68	5,40	4,12
0,12	0,74	6,28	4,80
0,13	0,80	7,23	5,52
0,14	0,86	8,23	6,28
0,15	0,92	9,28	7,09
0,16	0,98	10,39	7,94
0,17	1,04	11,56	8,82
0,18	1,11	12,77	9,75
0,19	1,17	14,04	10,72
0,20	1,23	15,36	11,73
0,21	1,29	16,73	12,77
0,22	1,35	18,15	13,86
0,23	1,41	19,61	14,98
0,24	1,47	21,13	16,13
0,25	1,54	22,70	17,33
0,26	1,60	24,31	18,56
0,27	1,66	25,97	19,83
0,28	1,72	27,67	21,13
0,29	1,78	29,43	22,47
0,30	1,84	31,23	23,84
0,31	1,90	33,07	25,25
0,32	1,96	34,96	26,69
0,33	2,03	36,89	28,17
0,34	2,09	38,87	29,68
0,35	2,15	40,89	31,23
0,36	2,21	42,96	32,80
0,37	2,27	45,07	34,41
0,38	2,33	47,22	36,06
0,39	2,39	49,42	37,74
0,40	2,46	51,66	39,45
0,41	2,52	53,94	41,19



## Perdite di carico dei tubi diametro 25 x 3,5 [Tubo Flex 25, Tubo Stabil 25]

Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [mbar/m]	
		10°C	60°C
0,01	0,039	0,028	0,021
0,02	0,079	0,095	0,072
0,03	0,118	0,192	0,147
0,04	0,157	0,318	0,243
0,05	0,196	0,470	0,359
0,06	0,236	0,647	0,494
0,07	0,275	0,848	0,647
0,08	0,314	1,071	0,817
0,09	0,354	1,316	1,005
0,10	0,393	1,582	1,208
0,11	0,432	1,869	1,427
0,12	0,472	2,177	1,662
0,13	0,511	2,504	1,912
0,14	0,550	2,851	2,177
0,15	0,589	3,217	2,456
0,16	0,629	3,601	2,750
0,17	0,668	4,004	3,057
0,18	0,707	4,425	3,379
0,19	0,747	4,865	3,714
0,20	0,786	5,321	4,063
0,21	0,825	5,796	4,425
0,22	0,865	6,287	4,801
0,23	0,904	6,796	5,189
0,24	0,943	7,321	5,590
0,25	0,982	7,864	6,004
0,26	1,022	8,422	6,431
0,27	1,061	8,997	6,870
0,28	1,100	9,589	7,321
0,29	1,140	10,196	7,785
0,30	1,179	10,819	8,261
0,31	1,218	11,458	8,749
0,32	1,258	12,113	9,249
0,33	1,297	12,783	9,760
0,34	1,336	13,468	10,284
0,35	1,375	14,169	10,819
0,36	1,415	14,885	11,366
0,37	1,454	15,616	11,924
0,38	1,493	16,362	12,494
0,39	1,533	17,123	13,075
0,40	1,572	17,899	13,667
0,41	1,611	18,690	14,270
0,42	1,650	19,495	14,885
0,43	1,690	20,314	15,511
0,44	1,729	21,148	16,148
0,45	1,768	21,996	16,795

Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [mbar/m]	
		10°C	60°C
0,46	1,808	22,859	17,454
0,47	1,847	23,735	18,123
0,48	1,886	24,626	18,803
0,49	1,926	25,531	19,494
0,50	1,965	26,450	20,196
0,51	2,004	27,383	20,908
0,52	2,043	28,329	21,631
0,53	2,083	29,289	22,364
0,54	2,122	30,263	23,108
0,55	2,161	31,251	23,862
0,56	2,201	32,252	24,626
0,57	2,240	33,266	25,401
0,58	2,279	34,295	26,186
0,59	2,319	35,336	26,981
0,60	2,358	36,391	27,786
0,61	2,397	37,459	28,602
0,62	2,436	38,540	29,427
0,63	2,476	39,634	30,263
0,64	2,515	40,742	31,109

**Perdite di carico dei tubi diametro 32 x 4,4 [Tubo Flex 32, Tubo Stabil 32]**

Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [mbar/m]	
		10 °C	60 °C
0,01	0,024	0,008	0,006
0,02	0,047	0,028	0,022
0,03	0,071	0,058	0,044
0,04	0,095	0,095	0,073
0,05	0,118	0,141	0,108
0,06	0,142	0,194	0,148
0,07	0,166	0,254	0,194
0,08	0,189	0,321	0,245
0,09	0,213	0,394	0,301
0,10	0,237	0,474	0,362
0,11	0,260	0,560	0,428
0,12	0,284	0,652	0,498
0,13	0,308	0,750	0,573
0,14	0,331	0,854	0,652
0,15	0,355	0,964	0,736
0,16	0,378	1,079	0,824
0,17	0,402	1,199	0,916
0,18	0,426	1,326	1,012
0,19	0,449	1,457	1,113
0,20	0,473	1,594	1,217
0,21	0,497	1,736	1,326
0,22	0,520	1,883	1,438
0,23	0,544	2,036	1,554
0,24	0,568	2,193	1,675
0,25	0,591	2,356	1,799
0,26	0,615	2,523	1,926
0,27	0,639	2,695	2,058
0,28	0,662	2,872	2,193
0,29	0,686	3,054	2,332
0,30	0,710	3,241	2,475
0,31	0,733	3,432	2,621
0,32	0,757	3,628	2,770
0,33	0,781	3,829	2,924
0,34	0,804	4,035	3,081
0,35	0,828	4,244	3,241
0,36	0,852	4,459	3,405
0,37	0,875	4,678	3,572
0,38	0,899	4,901	3,743
0,39	0,923	5,129	3,917
0,40	0,946	5,362	4,094
0,41	0,970	5,599	4,275
0,42	0,994	5,840	4,459
0,43	1,017	6,085	4,646
0,44	1,041	6,335	4,837
0,45	1,065	6,589	5,031

Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [mbar/m]	
		10 °C	60 °C
0,46	1,088	6,847	5,228
0,47	1,112	7,110	5,429
0,48	1,135	7,377	5,633
0,49	1,159	7,648	5,840
0,50	1,183	7,923	6,050
0,55	1,301	9,361	7,148
0,60	1,419	10,901	8,324
0,65	1,538	12,540	9,575
0,70	1,656	14,277	10,901
0,75	1,774	16,109	12,300
0,80	1,892	18,035	13,770
0,85	2,011	20,053	15,312
0,90	2,129	22,163	16,923
0,95	2,247	24,362	18,602
1,00	2,366	26,650	20,349
1,05	2,484	29,026	22,163

**Perdite di carico dei tubi diametro  
42 x 4,6 [Tubo Stabil 40]**

Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [mbar/m]	
		10° C	60° C
0,05	0,058	0,026	0,020
0,10	0,117	0,089	0,068
0,15	0,175	0,181	0,138
0,20	0,234	0,299	0,228
0,25	0,292	0,442	0,337
0,30	0,351	0,608	0,464
0,35	0,409	0,796	0,608
0,40	0,468	1,006	0,768
0,45	0,526	1,236	0,944
0,50	0,585	1,486	1,135
0,55	0,643	1,756	1,341
0,60	0,702	2,045	1,561
0,65	0,760	2,352	1,796
0,70	0,818	2,678	2,045
0,75	0,877	3,021	2,307
0,80	0,935	3,382	2,583
0,85	0,994	3,761	2,872
0,90	1,052	4,157	3,174
0,95	1,111	4,569	3,489
1,00	1,169	4,998	3,817
1,05	1,228	5,444	4,157
1,10	1,286	5,906	4,509
1,15	1,345	6,383	4,874
1,20	1,403	6,877	5,251
1,25	1,461	7,386	5,640
1,30	1,520	7,911	6,040
1,35	1,578	8,451	6,453
1,40	1,637	9,006	6,877
1,45	1,695	9,577	7,312
1,50	1,754	10,162	7,759
1,55	1,812	10,762	8,218
1,60	1,871	11,377	8,687
1,65	1,929	12,007	9,168
1,70	1,988	12,651	9,659
1,75	2,046	13,309	10,162
1,80	2,105	13,982	10,676
1,85	2,163	14,668	11,200
1,90	2,221	15,369	11,735
1,95	2,280	16,084	12,281
2,00	2,338	16,812	12,837
2,10	2,455	18,311	13,981
2,20	2,572	19,864	15,167

**Perdite di carico dei tubi diametro  
52 x 5,65 [Tubo Stabil 50]**

Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [mbar/m]	
		10° C	60° C
0,05	0,038	0,010	0,007
0,10	0,076	0,032	0,024
0,20	0,152	0,108	0,082
0,30	0,228	0,219	0,167
0,40	0,304	0,363	0,277
0,50	0,381	0,536	0,409
0,60	0,457	0,738	0,563
0,70	0,533	0,966	0,738
0,80	0,609	1,220	0,932
0,90	0,685	1,500	1,145
1,00	0,761	1,803	1,377
1,10	0,837	2,131	1,627
1,20	0,913	2,481	1,894
1,30	0,989	2,854	2,179
1,40	1,066	3,249	2,481
1,50	1,142	3,666	2,800
1,60	1,218	4,105	3,134
1,70	1,294	4,564	3,485
1,80	1,370	5,044	3,852
1,90	1,446	5,545	4,234
2,00	1,522	6,066	4,632
2,10	1,598	6,606	5,044
2,20	1,675	7,167	5,472
2,30	1,751	7,747	5,915
2,40	1,827	8,346	6,372
2,50	1,903	8,964	6,844
2,60	1,979	9,600	7,330
2,70	2,055	10,256	7,831
2,80	2,131	10,930	8,345
2,90	2,207	11,622	8,874
3,00	2,283	12,332	9,416
3,10	2,360	13,061	9,973
3,20	2,436	13,807	10,542
3,30	2,512	14,571	11,126

**Perdite di carico dei tubi diametro 63 x 6,0 [Tubo Stabil 63]**

Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [mbar/m]	
		10 °C	60 °C
0,05	0,024	0,003	0,003
0,10	0,049	0,011	0,009
0,20	0,098	0,038	0,029
0,30	0,147	0,077	0,059
0,40	0,196	0,127	0,097
0,50	0,245	0,188	0,143
0,60	0,294	0,259	0,197
0,70	0,343	0,339	0,259
0,80	0,392	0,428	0,327
0,90	0,441	0,526	0,401
1,00	0,490	0,632	0,483
1,10	0,538	0,747	0,570
1,20	0,587	0,870	0,664
1,30	0,636	1,000	0,764
1,40	0,685	1,139	0,870
1,50	0,734	1,285	0,981
1,60	0,783	1,439	1,099
1,70	0,832	1,600	1,222
1,80	0,881	1,768	1,350
1,90	0,930	1,944	1,484
2,00	0,979	2,126	1,624
2,10	1,028	2,316	1,768
2,20	1,077	2,512	1,918
2,30	1,126	2,715	2,073
2,40	1,175	2,925	2,234
2,50	1,224	3,142	2,399
2,60	1,273	3,365	2,570
2,70	1,322	3,595	2,745
2,80	1,371	3,831	2,925
2,90	1,420	4,074	3,111
3,00	1,469	4,323	3,301
3,10	1,518	4,578	3,496
3,20	1,566	4,840	3,695
3,30	1,615	5,108	3,900
3,40	1,664	5,381	4,109
3,50	1,713	5,661	4,323
3,60	1,762	5,948	4,541
3,70	1,811	6,240	4,764
3,80	1,860	6,538	4,992
3,90	1,909	6,842	5,224
4,00	1,958	7,152	5,461
4,10	2,007	7,468	5,702
4,20	2,056	7,789	5,948
4,30	2,105	8,117	6,198
4,40	2,154	8,450	6,452

Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [mbar/m]	
		10 °C	60 °C
4,50	2,203	8,789	6,711
4,60	2,252	9,134	6,974
4,70	2,301	9,484	7,241
4,80	2,350	9,840	7,513
4,90	2,399	10,201	7,789
5,00	2,448	10,568	8,070
5,10	2,497	10,941	8,354
5,20	2,546	11,319	8,643

# IMPIANTI DI RISCALDAMENTO TRADIZIONALE PRINETO





## Nozioni generali

Per la progettazione, l'installazione e l'esercizio degli impianti di riscaldamento negli edifici è necessario attenersi alle seguenti norme e prescrizioni:

- DIN 4726: Tubazioni in plastica
- UNI EN 1254: Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica
- UNI EN 12831: Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto
- UNI EN 12828: Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua
- UNI EN 14336: Impianti di riscaldamento negli edifici - Installazione e messa in servizio dei sistemi di riscaldamento ad acqua calda
- DIN 18380: Impianti di riscaldamento e produzione centralizzata di acqua calda sanitaria
- DIN V 4701-10: Valutazione energetica degli impianti di riscaldamento e climatizzazione
- EnEv: Normativa sul risparmio energetico
- DIN 4102: Comportamento al fuoco dei materiali da costruzione e degli elementi costruttivi
- Direttiva modello linee e tubazioni (MLAR): Direttiva modello sui requisiti tecnici ed antincendio delle linee e tubazioni
- DIN 4108: Isolamento termico e risparmio energetico negli edifici
- DIN 4109: Isolamento acustico negli edifici
- D.lgs. 192/05: Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- D.P.R. 412/93: Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia

Con il sistema di tubazioni **Prineto**, è possibile realizzare il collegamento dei radiatori sia in caso di ristrutturazioni che di nuovi impianti di riscaldamento. In linea di massima vengono considerati tutti i tipi di posa. L'installazione delle tubazioni può avvenire sotto forma di impianto monotubo (o "ad anello"), di impianto a due tubi (o "a T") oppure di impianto a collettore (o "a ragno").

Tutti i tubi in materiale plastico impiegati per il riscaldamento devono essere impermeabili all'ossigeno secondo la norma DIN 4726. La norma stabilisce un valore limite per la diffusione dell'ossigeno pari a 0,1 g di ossigeno per m<sup>3</sup> di acqua calda al giorno, ad una temperatura dell'acqua di 40°C.

I tubi **Prineto** Riscaldamento sono al di sotto di questo valore massimo, mentre i tubi Stabil sono impermeabili all'ossigeno al 100%, e quindi entrambi idonei all'installazione negli impianti di riscaldamento.

Per installare un impianto di riscaldamento possono essere utilizzati tutti i raccordi dell'impianto idrico sanitario (ad es. raccordi a T, gomiti ecc.). Inoltre sono disponibili una serie di raccordi speciali realizzati in ottone pregiato e adatti esclusivamente agli impianti di riscaldamento (ad esempio i terminali diritti con superficie nichelata).

In base alle direttive DVGW, anche i raccordi nichelati, pur non essendo più ammessi per gli impianti idrico sanitari, possono essere impiegati negli impianti di riscaldamento. Per la giunzione con elementi Eurokonus (ad es. con le valvole dei radiatori o con gli stacchi dei collettori) sono disponibili i seguenti elementi:

- Adattatori di allacciamento a stringere per tubi **Prineto** Stabil e PE-X
- Adattatori di allacciamento con raccordo a compressione per tubi **Prineto** Stabil e PE-X (Raccordo Eurokonus **Prineto**)

- Adattatori di allacciamento a stringere per tubi in rame e tubi in acciaio dolce
- Adattatori di allacciamento a stringere per tubi multistrato

### Consiglio:

Ove possibile, consigliamo l'impiego dei raccordi Eurokonus **Prineto** (ad es. art. 0878 343 120), essendo questi molto resistenti alle variazioni di temperatura nell'impianto in funzione. In alcuni casi, nei semplici adattatori di allacciamento a stringere con anello, il materiale del tubo potrebbe "rilassarsi" comportando un allentamento del dado, mentre nei raccordi Eurokonus **Prineto** questa eventualità viene totalmente esclusa.

## Installazione

Tenere conto delle dilatazioni termiche lineari e delle conseguenti forze risultanti, generate dall'esercizio dell'impianto, inserendo compensatori angolari e punti fissi (vedi paragrafo "Dilatazione termica lineare e compensatori di dilatazione angolari" nel capitolo "Tubazioni"). Cavità e tracce nelle opere murarie sono

ammesse solo se non pregiudicano la stabilità della muratura stessa.

In ragione della loro scarsa dilatazione termica lineare in caso di variazioni di temperatura del fluido, consigliamo l'impiego dei tubi **Prineto Stabil** per le tubazioni posate a vista o come

colonne montanti. I tubi **Prineto** sono disponibili fino al diametro 63 (potenza termica di 85 kW con salto termico 20 K e velocità di scorrimento 0,5 m/s) offrendo quindi la possibilità di installare tutta la rete di distribuzione con lo stesso prodotto, dalla caldaia fino alla superficie da riscaldare.

## Additivi per acqua di riscaldamento

I tubi **Prineto** e gli elementi dei raccordi sono resistenti all'acqua da riscaldamento e ad eventuali additivi. Il sistema di tubazioni **Prineto** è idoneo al passaggio di glicole etile-

nico e glicole propilenico. Contro il pericolo di gelo consigliamo l'utilizzo dell'Anticongelante **Würth** (Art. 0892 302 025).

In ogni caso rispettare le indicazioni del produttore in riferimento alle condizioni d'impiego ed al dosaggio.

## Corrosione esterna

In determinate circostanze (ad es. installazioni in stalle da bestiame, dove l'aria contiene ammoniaca) i raccordi **Prineto** vanno protetti dalla corrosione esterna. L'ammoniaca, l'ammonia, i sali di ammonio o il biossido di zolfo ecc. possono innescare il processo della tenso-

rosione. Di conseguenza i materiali a diretto contatto con la raccorderia (ad es. isolazioni, espansi e schiume di montaggio, detergenti ecc.) devono essere privi di nitriti ed il contenuto di ammoniaca non può superare lo 0,2%.

### Attenzione:

Proteggere i raccordi e le boccole in caso di contatto prolungato con l'umidità (ad es. nel caso di tubazioni interrato), isolandoli con materiali impermeabili all'acqua.

Proteggere i raccordi e le boccole dal contatto con l'opera muraria o con il massetto (installazioni sottotraccia), cemento, gesso, sostanze aggressive o corrosive, mediante opportuno rivestimento.



## Principali tipologie di distribuzione delle tubazioni



### **Impianto a collettore (o "a ragno")**

È il tipo di distribuzione più usato nell'edilizia. Il fluido caldo dalla caldaia viene portato ad un collettore di distribuzione, dal quale vengono alimentati i singoli corpi scaldanti, con due tubazioni (mandata e ritorno) ciascuno.

Caratteristiche:

- molto tubo e pochi raccordi
- radiatori intercettabili singolarmente
- possibilità di regolazione ambiente per ambiente
- ottima equilibratura del sistema



### **Impianto a due tubi (o "a T")**

Si tratta di una distribuzione che consiste nel servire in parallelo con due tubazioni (mandata e ritorno) i diversi corpi scaldanti che prendono il fluido dal tubo di mandata e lo scaricano su quello di ritorno.

Caratteristiche:

- poco tubo
- derivazioni ai radiatori tramite raccordi d'incrocio a "T"
- posa delle tubazioni attraverso il locale direttamente verso i radiatori
- possibilità di regolare il singolo terminale



### **Impianto monotubo (o "ad anello")**

Tipologia di impianto utilizzato in passato nell'edilizia a basso costo, che consiste in una distribuzione ad anello lungo il perimetro dell'ambiente da scaldare in cui i corpi scaldanti sono posti in serie, utilizzando un'unica tubazione.

Caratteristiche:

- pochissimo tubo e raccordi
- utilizzo del ritorno del radiatore precedente come mandata del successivo
- prestazioni tra i vari radiatori non uniformi
- impossibilità di regolare il singolo terminale

## Esempi di allacciamento ai radiatori

Collegamento alla valvola radiatore tramite tubo **Prineto** Stabil (bianco).



Collegamento alla valvola radiatore tramite tubo **Prineto** Riscaldamento (rosso) e curva d'allacciamento **Prineto**.



Collegamento alla valvola radiatore tramite tubo **Prineto** Riscaldamento (rosso) e tubo **Prineto** Stabil (bianco).



## Valvole termostatiche Würth a bassa inerzia termica

Per valvola termostatica si intende l'accoppiamento tra un corpo valvola termostattizzabile ed una testa termostatica.

Le valvole termostatiche rendono ogni locale autonomo, consentendo una propria regolazione di temperatura dei singoli terminali (ad

es. radiatori), quindi un elevato comfort e un notevole risparmio energetico come richiesto da normative nazionali e internazionali.

La temperatura del locale è regolata da un termostato posto all'interno della testa termostatica, attraverso il quale viene modulato il flusso

d'acqua calda in entrata nel corpo scaldante. È possibile limitare il campo di regolazione della temperatura, oppure bloccare la manopola su un valore stabilito.



**Valvole termostattizzabili**

Materiale: ottone nichelato  
 Max pressione statica d'esercizio: 10 bar  
 Max temperatura d'esercizio: 120 °C  
 Max pressione differenziale: 1 bar  
 Filetto attacco radiatore: 1/2" o 3/8"  
 Filetto testata: M 30 x 1,5  
 Filetto attacco tubo: 3/4" Eurokonus oppure 3/8" o 1/2" femmina (3/4" su richiesta)

Le valvole termostattizzabili **Würth** sono disponibili (con il relativo detentore): sia a squadra che diritte, e sia con attacco Eurokonus che con attacco per tubo ferro.

Alle valvole per radiatori con attacco Eurokonus (sia termostattizzabili che manuali) possono essere allacciati, tramite gli appositi adattatori presenti nella gamma, tubi **Prineto** Stabil e Riscaldamento, tubi multistrato, tubi in rame e tubi in acciaio dolce.



**Testa termostatica a cera**

Termostato ad espansione di cera  
 Campo di regolaz.: da 6,5°C a 27,5°C  
 Isteresi: ≤ 7 K  
 Tempo di risposta (Z): ≤ 23 min.  
 Effetto della temp. dell'acqua (W): ≤ 1,1 K  
 Campo di inalterabilità elemento termostatico: -15°C/+50°C  
 Filetto: M 30 x 1,5  
 Possibilità di blocco della regolazione  
 La regolazione a 20°C corrisponde alla posizione "3"

Le valvole per radiatori con attacco ferro vengono invece utilizzate prevalentemente nelle ristrutturazioni di vecchi impianti termici, dove si trovano spesso tubazioni in ferro.

Le teste termostatiche da applicare al corpo valvola sono disponibili in 2 tipologie:

- testa termostatica con termostato ad espansione di cera (art. 0878 900 071)
- testa termostatica con termostato ad espansione di liquido (art. 0878 900 072)



**Testa termostatica a liquido**

Termostato ad espansione di liquido  
 Campo di regolaz.: da 6,5°C a 28,5°C  
 Isteresi: 0,5 K  
 Tempo di risposta (Z): 23 min.  
 Effetto della temp. dell'acqua (W): 0,8 K  
 Campo di inalterabilità elemento termostatico: -15°C/+60°C  
 Filetto: M 30 x 1,5  
 Possibilità di limitazione e blocco della regolazione  
 La regolazione a 20°C corrisponde alla posizione "3"



Per riunire quanto precedentemente detto in un unico articolo, sono stati inseriti in gamma anche il "Kit radiatore attacco Eurokonus" (Art. 0878 900 070) ed il "Kit radiatore attacco ferro" (Art. 0878 900 138) composto da:

- 1 valvola a squadra termostattizzabile
- 1 detentore a squadra
- 1 testa termostatica
- 1 fascetta antifurto per teste termostatiche

Con filetto attacco radiatore 1/2" e di attacco tubo 3/4" Eurokonus oppure 1/2" femmina

Tutte le valvole termostatiche **Würth** sono costruite a regola d'arte, secondo le prescrizioni tecniche della norma UNI EN 215: "Valvole termostatiche per radiatori - Requisiti e metodi di prova". Rispondendo a tale normativa risultano quindi essere delle valvole a bassa inerzia termica (ovvero con tempo di risposta inferiore ai 40 minuti), essendo questo un requisito richiesto dalla norma stessa. Ciò è dimostrato anche dal fatto che le valvole (sia

sul corpo valvola che sulla testa termostatica) sono in possesso del marchio di conformità CEN (European Committee for Standardisation) che garantisce tale requisito.

Le valvole termostatiche **Würth** rispondono, dunque, anche a quanto richiesto dal Decreto del Ministro dell'Economia e delle Finanze del 19/02/07 e successive modifiche ed integrazioni, per poter usufruire delle agevolazioni fiscali del 55% in caso di interventi di sostituzio-

ne di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione, con pompe di calore ad alta efficienza o con impianti geotermici a bassa entalpia.

Alla pagina seguente riportiamo la dichiarazione di conformità che attesta il rispetto dei requisiti richiesti precedentemente analizzati.

# DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

La sottoscritta Würth Srl,  
con sede ad Egna (BZ) in Via Stazione, n. 51

## Dichiara

sotto la propria esclusiva responsabilità che le teste termostatiche  
Art. 0878 900 071 / 072 e le valvole termostattizzabili  
Art. 0878 900 075 / 079 / 081/ 085 / 130 / 132 / 134 / 136  
nonché le teste termostatiche e le valvole termostattizzabili comprese nei Kit radiatore  
Art. 0878 900 070 / 138

- sono costruite a regola d'arte, secondo le prescrizioni tecniche della Norma UNI EN 215  
"Valvole termostatiche per radiatori - Requisiti e metodi di prova"
- sono dotate di certificazione di conformità alla menzionata norma europea,  
attestata dai seguenti certificati:

Licence Nr. 06 - Identity Number: 50 - Country Code: I

Licence Nr. 01 - Identity Number: 50 - Country Code: I

rilasciati da UNI

## Dichiara

infine che le caratteristiche tecniche dei predetti dispositivi di regolazione sono rispondenti a quanto richiesto dal Decreto del Ministero dell'Economia e delle Finanze del 19 febbraio 2007 e successive modifiche ed integrazioni, recante: "Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'articolo 1, comma 349, della legge 27 dicembre 2006, n. 296"



Harald Santer  
Responsabile Prodotti

## Prova di pressione degli impianti di riscaldamento

Ultimata l'installazione e prima della chiusura delle tracce murarie a parete e a soffitto ed eventualmente prima della gettata del massetto o di altra copertura, gli impianti di riscaldamento ad acqua calda vanno sottoposti ad una prova di pressione con acqua per verificarne la stabilità e la tenuta. La prova va protocollata ed il protocollo deve essere controfirmato dal committente e dal tecnico specializzato che l'ha effettuata (collaudatore).

In base alla norma DIN 18380 (pubblicazione 12-2002) l'impianto deve essere testato ad una pressione corrispondente alla pressione di scarico della valvola di sicurezza.

In base alla norma UNI EN 14336 (pubblicazione 01-2005) l'impianto deve essere testato ad una pressione corrispondente alla pressione di esercizio dell'impianto moltiplicata per 1,3. La norma UNI EN 14336 ammette anche prove con aria o gas inerti ed in tal caso la pressione di prova sarà di massimo 0,5 bar.

Nel protocollo di prova di pressione deve essere indicato in base a quale delle due sopraelencate normative è stata effettuata la prova.

Le proprietà del materiale dei tubi in plastica comportano una dilatazione del tubo durante la prova di pressione, che porta ad una diminuzione della pressione stessa. Anche le variazioni di temperatura del fluido falsano l'esito della prova. Per questi motivi, durante la prova, dovrebbe essere mantenuta una temperatura del fluido possibilmente costante, e la pressione iniziale dovrebbe essere ristabilita più volte dopo la dilatazione dei tubi.

La prova di pressione con acqua va effettuata come segue:

1. Riempire lentamente la rete di tubazioni con acqua dal punto più basso dell'impianto, finché le tubazioni non risultino completamente sfiate
2. Una volta riempito l'impianto, chiudere il collegamento con la rete di approvvigionamento acqua (ad. es. l'acquedotto), come stabilito dalla norma DIN 1717
3. Preparare la prova alimentando tutto l'impianto alla pressione stabilita in base alla normativa scelta come riferimento della prova stessa (vedi riferimenti normativi a sinistra).  
Ripristinare la pressione iniziale una volta dopo 30 minuti ed una seconda volta dopo altri 30 minuti.  
Dopo un'ulteriore mezz'ora (in tutto 1 ora e 30 minuti dall'inizio) ha inizio la prova (senza ripristinare nuovamente la pressione iniziale!)
4. La prova si intende superata se nell'arco di 24 ore il calo di pressione è inferiore ad 1 bar, se non vengono riscontrate delle perdite e se nessuna parte del sistema presenta deformazioni permanenti

### Consiglio:

Dopo la prova di pressione ad acqua fredda, consigliamo di riscaldare gradualmente l'impianto e di verificarne la tenuta alla massima temperatura di esercizio consentita. Il riscaldamento dei tubi elimina le tensioni di posa.

### Attenzione:

Utilizzando i raccordi d'incrocio a T fare attenzione che le tubazioni di mandata e di ritorno vengano allacciate ai giusti attacchi del raccordo!

In caso di rischio di gelo adottare idonee precauzioni, ad es. utilizzare del liquido antigelo o temperare l'edificio. Se per il normale esercizio dell'impianto non dovesse essere necessaria un'ulteriore protezione dal gelo, il liquido antigelo deve essere eliminato svuotando e lavando l'impianto, e cambiando l'acqua almeno tre volte.

# Protocollo di prova pressione per impianto di riscaldamento

effettuata  secondo DIN 18380 (pressione di scarico della valvola di sicurezza)  secondo UNI EN 14336 (pressione di esercizio x 1,3)

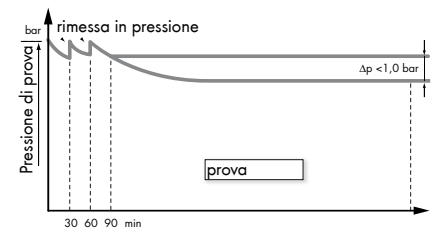
**Oggetto:** \_\_\_\_\_

**Committente:** \_\_\_\_\_

**Collaudatore:** \_\_\_\_\_

## Indicazione tratto di prova

Stabil 14	_____	m
16	_____	m
20	_____	m
25	_____	m
32	_____	m
Stabil 40	_____	m
Stabil 50	_____	m
Stabil 63	_____	m



## Preparazione (durata 90 minuti)

Inizio	_____	ora
Fine	_____	ora
Pressione di prova stabilita	_____	bar
Pressione dopo 90 minuti (inizio della prova)	_____	bar

### Indicazioni:

La temperatura dell'acqua di prova deve essere tenuta il più possibile costante.  
Riempire le tubazioni con acqua.  
Sfiatare completamente le tubazioni.

## Prova (durata 24 ore)

Inizio	_____	ora
Fine	_____	ora
Pressione all'inizio della prova	_____	bar
Pressione dopo 24 ore	_____	bar
Calo di pressione (max. 1,0 bar)	_____	bar

## Esito della prova di pressione

<b>Prova di pressione superata</b>	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
<b>Constatati difetti di tenuta</b>	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
<b>Constatate deformazioni di parti della rete</b>	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>

\_\_\_\_\_  
Firma collaudatore

\_\_\_\_\_  
Luogo, Data

\_\_\_\_\_  
Firma committente o delegato

# Progettazione e dimensionamento dell'impianto di riscaldamento

La base per la progettazione ed il dimensionamento degli impianti di riscaldamento è rappresentata dal calcolo del fabbisogno termico dell'edificio in base alla norma UNI EN 12831.

L'esatto dimensionamento con il calcolo delle portate viene oggi solitamente eseguito mediante programmi di calcolo.

## Criteri generali

### Velocità di scorrimento massima consigliata:

Tubazioni di collegamento ai corpi scaldanti	fino a 0,5 m/s
Tubazioni di distribuzione generale	fino a 1,0 m/s

### Perdita di carico massima consigliata:

Piccoli impianti di riscaldamento	50 - 100 Pa/m
Grandi impianti di riscaldamento	100 - 200 Pa/m
Impianti di riscaldamento a pavimento	200 - 250 Pa/m

### Conversione unità di misura di pressione:

1 bar = 100 kPa = 1000 hPa	= 10mWs
100 Pa (1,0 hPa) = 1,0 mbar (0,001 bar)	= 10 mmWs

### Potenza termica massima delle tubazioni Prineto:

Valori relativi ai tubi **Prineto** Riscaldamento e Stabil con diversi salti termici e tenendo come grandezze limite le perdite di carico o la velocità di scorrimento.

Questi valori si riferiscono a tratti di tubazioni rettilinei e non considerano le perdite di carico di eventuali raccordi e/o valvole.

Salto termico	10 K	15 K	20 K	25 K	m	R	w
Diametro tubazione	Max. potenza termica Q [kW]				[kg/h]	[Pa/m]	[m/s]
14 (Stabil)	1,1	1,7	2,3	2,8	97	200	0,34
16 (Risc. e Stabil)	1,7	2,6	3,4	4,3	146	201	0,38
20 (Risc. e Stabil)	3,1	4,6	6,1	7,6	262	200	0,45
25 (Risc. e Stabil)	5,6	8,4	11,2	14,0	481	201	0,53
32 (Risc. e Stabil)	11,1	16,7	22,2	27,8	955	200	0,63
40 (Stabil)	29,0	43,5	58,0	72,5	2.493	200	0,81
50 (Stabil)	51,8	77,7	103,6	129,5	4.454	200	0,94
63 (Stabil)	86,0	129,0	172,0	215,0	7.395	170	1,00



## Metodo di calcolo semplificato della rete di riscaldamento

Di seguito viene descritto il calcolo semplificato della rete di tubazioni in un piccolo edificio in costruzione, senza ricorrere all'utilizzo di costosi software di calcolo. In questo procedimento non vengono considerate le perdite di carico dei raccordi e delle lunghezze delle tubazioni.

Nel dimensionamento semplificato dell'impianto, le grandezze limite sono la perdita di carico o la velocità di scorrimento. Per ogni locale va stabilito il numero dei corpi scaldanti ed il punto in cui andranno installati. Successivamente nella pianta va disegnato il percorso previsto delle tubazioni ed, in caso di più piani, va effettuato uno schizzo dello schema del percorso (sezione verticale dell'impianto).

Per il calcolo della rete di tubazioni sono necessari i seguenti parametri:

### Potenza termica di progetto per ogni singolo locale

$Q_{\text{locale}}$  (W)

Stabilita dal progettista mediante il calcolo del fabbisogno termico in base alla norma UNI EN 12831 (carico termico  $\Phi_{HL}$ ).

Se nel locale interessato è presente un solo radiatore, la potenza termica di progetto del locale dovrà essere uguale alla potenza termica del radiatore. Se in un locale vengono installati più radiatori, la potenza termica del locale viene ragionevolmente suddivisa tra i radiatori installati.

### Temperatura di mandata e di ritorno

$\theta_M$  e  $\theta_R$  ( $^{\circ}\text{C}$ )

Stabilita dal progettista. La differenza tra questi due valori determina il salto termico dell'impianto.

**Salto termico**  $\sigma$  (K):

$$\theta_M - \theta_R = \sigma \text{ (K)}$$

### Perdita di carico max. consentita

R ( $\text{Pa}/\text{m}$ )

Stabilita solitamente a seconda della grandezza dell'impianto (vedi pagina precedente).

### Fabbisogno termico specifico dell'edificio

q ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

Nel caso in cui non sia nota la potenza termica di progetto (ad es. in caso di ristrutturazioni), sarà incarico del progettista o dell'installatore dell'impianto di riscaldamento fare una stima del fabbisogno termico specifico ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), a seconda del tipo strutture e dei serramenti dell'edificio in questione.

Stabilito il fabbisogno termico specifico dell'edificio, per il calcolo della potenza termica di progetto di ogni locale sono necessarie le relative superfici.

### Superfici di ogni singolo locale da riscaldare

$A_{\text{locale}}$  ( $\text{m}^2$ )

Moltiplicando il fabbisogno termico specifico per la superficie dell'ambiente da riscaldare, si ottiene la potenza termica di progetto del locale.

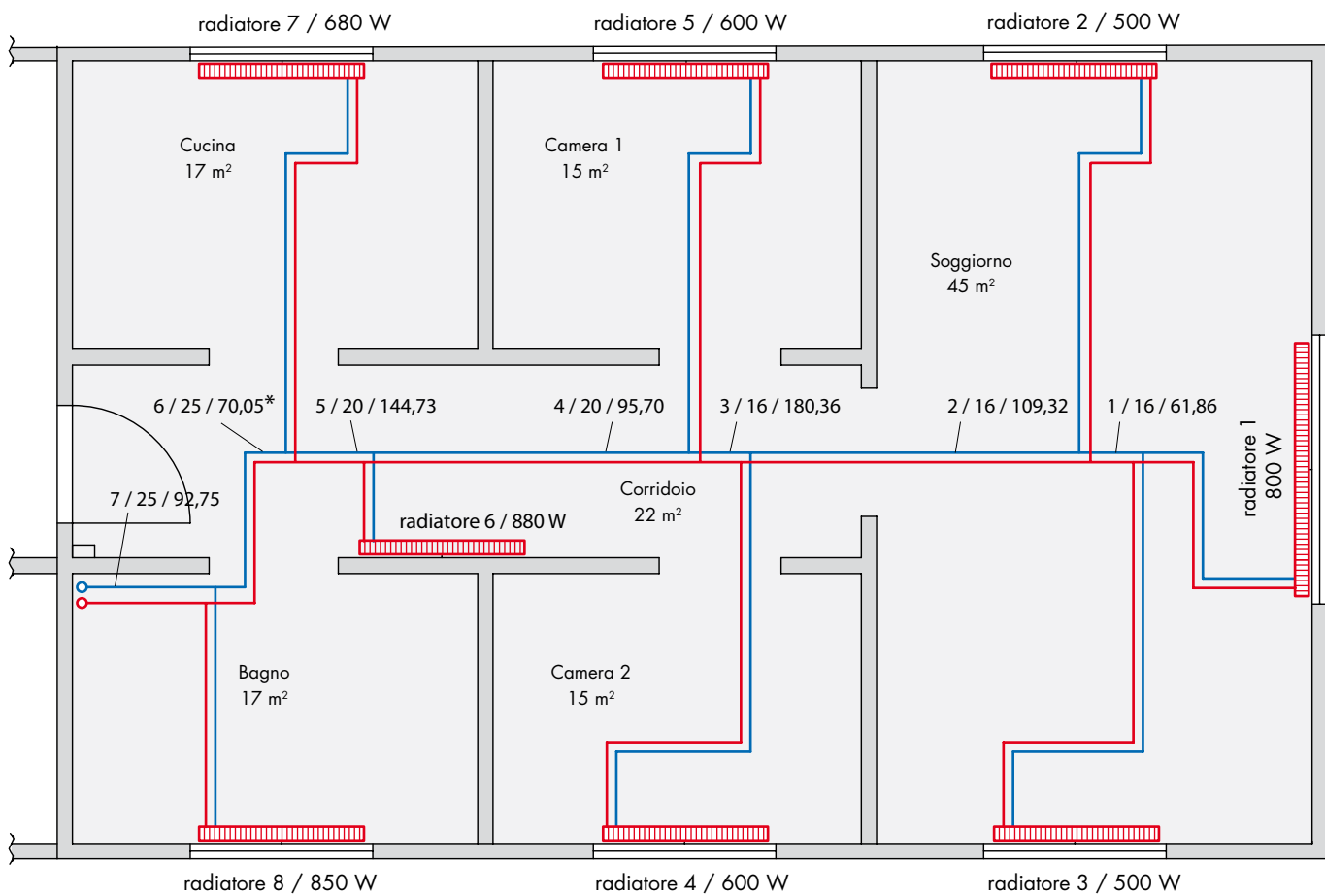
$$Q_{\text{locale}} = q \cdot A_{\text{locale}}$$

### Consiglio:

Nei bagni, a causa della temperatura ambiente richiesta più elevata, il fabbisogno termico specifico stabilito per gli altri locali dovrebbe essere leggermente aumentato.

## Esempio di calcolo semplificato per un appartamento in un edificio plurifamiliare

- Fabbisogno termico specifico ( $q$ ): 40 W/m<sup>2</sup> (Bagno 50 W/m<sup>2</sup>)
- Temperatura di mandata ( $\theta_M$ ): 70 °C
- Temperatura di ritorno ( $\theta_R$ ): 55 °C
- Max. perdita di carico ( $R$ ): 200 Pa/m



\*Numero tratto / Diametro tubo / Perdita di carico

### Esempio di calcolo della "Camera 1":

$$\begin{aligned}
 \text{Potenza termica di progetto } Q_{\text{Locale}} &= \text{Fabbisogno termico specifico } q \cdot \text{Superficie del locale } A_{\text{Locale}} \\
 &= 40 \text{ W/m}^2 \cdot 15 \text{ m}^2 \\
 &= 600 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Salto termico } \sigma &= \text{Temperatura di mandata } \theta_M - \text{Temperatura di ritorno } \theta_R \\
 &= 70^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C} \\
 &= 15 \text{ K}
 \end{aligned}$$

La scelta del diametro del tubo da utilizzare viene effettuata in base alle tabelle delle perdite di carico alla fine di questo capitolo. Il salto termico ottenuto (nel nostro esempio 15 K) indica la colonna della tabella da utilizzare per la verifica dei dati dei vari diametri di tubazioni. La ricerca del tubo adatto a fornire la potenza richiesta (nel nostro esempio 600 W) con una determinata perdita di carico massima fissata (nel nostro esempio 200 Pa/m), sarà effettuata a partire dal diametro più piccolo. Se per la potenza richiesta, la perdita di carico della tubazione in esame dovesse risultare superiore a quella prefissata da progetto (200 Pa/m), ci si sposterà nella tabella del diametro immediatamente superiore, e così via. La tubazione che alla potenza richiesta avrà una perdita di carico inferiore a quella prefissata sarà quella adatta all'installazione.

Nella "Camera 1", da tabelle, per ottenere 600 W di potenza con un salto termico tra mandata e ritorno di 15 K, utilizzando il tubo Stabil 14 si avrebbe una perdita di carico di

32,35 Pa/m con una velocità di scorrimento di 0,12 m/s, oppure utilizzando il tubo Stabil (o Riscaldamento) 16 solo 15,99 Pa/m con 0,09 m/s. Il radiatore di questa stanza potrebbe quindi essere collegato con entrambi i diametri, starà al progettista o all'installatore decidere con quale.

Per ogni tratto dovrà essere calcolata la potenza collegata (somma di tutte le potenze dei locali allacciati) ed il relativo diametro delle tubazioni. Al tratto n° 7, ad esempio, sono collegati in totale 5410 W:

Cucina	= 680 W
Camera 1	= 600 W
Soggiorno	= 1800 W
Camera 2	= 600 W
Corridoio	= 880 W
Bagno	= 850 W

In questo caso (5410 W con 15 K), se si utilizzasse il tubo Stabil 20, si avrebbe una perdita di carico di 267,69 Pa/m con una

velocità di scorrimento di 0,53 m/s. Impiegando, invece, il tubo Stabil 25 si avrebbe una perdita di carico di soli 92,75 Pa/m con 0,34 m/s. Il tratto n° 7 verrà quindi posato con il tubo Stabil 25, in quanto la perdita di carico risulta inferiore ai 200 Pa/m fissati di progetto. Nella pianta o nello schema di progetto verranno riportate le indicazioni del numero del tratto, del diametro del tubo e della perdita di carico.

Anche per le colonne montanti e le distribuzioni generali, la scelta del diametro del tubo viene effettuata in base al procedimento descritto precedentemente.

Tutti i dati ricavati potrebbero essere anche riassunti in una tabella:

Esempio di calcolo dell'appartamento in esame

Tratto di rete	Potenza termica [W]	Portata [kg/h]	Velocità di scorrim. [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Diametro tubo <b>Prineto</b>
Radiatore 1	800	45,86	0,12	26,45	16
Radiatore 2	500	28,66	0,08	11,62	16
Tratto 1	1300	74,52	0,2	61,86	16
Radiatore 3	500	28,66	0,08	26,45	16
Tratto 2	1800	103,18	0,27	109,32	16
Radiatore 4	600	34,39	0,09	15,99	16
Tratto 3	2400	137,58	0,36	180,86	16
Radiatore 5	600	34,39	0,09	15,99	16
Tratto 4	3000	171,97	0,29	95,7	20
Radiatore 6	880	51,59	0,14	32,5	16
Tratto 5	3880	217,83	0,37	144,73	20
Radiatore 7	680	40,13	0,11	20,94	16
Tratto 6	4560	263,69	0,29	70,05	25
Radiatore 8	850	51,59	0,14	32,5	16
Tratto 7	5410	309,54	0,34	92,75	25

Nel caso di elevata prevalenza della pompa di circolazione delle rete, può essere utilizzata come grandezza limite per il dimensionamento anche la velocità di scorrimento. In questo caso, però, le perdite di carico massime consigliate verranno superate. Di conseguenza sconsigliamo l'utilizzo di tale grandezza limite in caso di calcolo semplificato.

### Attenzione:

Il metodo di calcolo semplificato qui descritto vuole essere esclusivamente un aiuto per dimensionare facilmente la rete di tubazioni e quindi redigere un preventivo di massima. Esso non esonera l'installatore o il progettista da una corretta progettazione dell'impianto di riscaldamento, anche in base al bilanciamento idraulico, secondo le regole di buona tecnica!

### Perdite di carico dei tubi diametro 14 x 2,0 a 60° C [Tubo Stabil 14]

Salto termico	7,5 K			10 K			15 K			20 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
100	11,46	0,04	4,73	8,60	0,03	2,86	5,73	0,02	1,41	4,30	0,02	0,85
200	22,93	0,08	15,91	17,20	0,06	9,62	11,46	0,04	4,73	8,60	0,03	2,86
300	34,39	0,12	32,35	25,80	0,09	19,56	17,20	0,06	9,62	12,90	0,05	5,81
400	45,86	0,16	53,53	34,39	0,12	32,35	22,93	0,08	15,91	17,20	0,06	9,62
500	57,32	0,20	79,10	42,99	0,15	47,81	28,66	0,10	23,52	21,50	0,08	14,21
600	68,79	0,24	108,82	51,59	0,18	65,78	34,39	0,12	32,35	25,80	0,09	19,56
700	80,25	0,28	142,52	60,19	0,21	86,15	40,13	0,14	42,37	30,09	0,11	25,61
800	91,72	0,32	180,04	68,79	0,24	108,82	45,86	0,16	53,53	34,39	0,12	32,35
900	103,18	0,37	221,25	77,39	0,27	133,73	51,59	0,18	65,78	38,69	0,14	39,76
1.000	114,65	0,41	266,05	85,98	0,30	160,81	57,32	0,20	79,10	42,99	0,15	47,81
1.100	126,11	0,45	314,34	94,58	0,33	190,00	63,06	0,22	93,45	47,29	0,17	56,49
1.200	137,58	0,49	366,04	103,18	0,37	221,25	68,79	0,24	108,82	51,59	0,18	65,78
1.300	149,04	0,53	421,08	111,78	0,40	254,52	74,52	0,26	125,19	55,89	0,20	75,67
1.400	160,50	0,57	479,38	120,38	0,43	289,76	80,25	0,28	142,52	60,19	0,21	86,15
1.500	171,97	0,61	540,90	128,98	0,46	326,95	85,98	0,30	160,81	64,49	0,23	97,20
1.600	183,43	0,65	605,58	137,58	0,49	366,04	91,72	0,32	180,04	68,79	0,24	108,82
1.700	194,90	0,69	673,36	146,17	0,52	407,01	97,45	0,34	200,19	73,09	0,26	121,00
1.800	206,36	0,73	744,19	154,77	0,55	449,82	103,18	0,37	221,25	77,39	0,27	133,73
1.900	217,83	0,77	818,05	163,37	0,58	494,46	108,91	0,39	243,21	81,69	0,29	147,01
2.000	229,29	0,81	894,87	171,97	0,61	540,90	114,65	0,41	266,05	85,98	0,30	160,81
2.100	240,76	0,85	974,64	180,57	0,64	589,11	120,38	0,43	289,76	90,28	0,32	175,14
2.200	252,22	0,89	1.057,30	189,17	0,67	639,08	126,11	0,45	314,34	94,58	0,33	190,00
2.300	263,69	0,93	1.142,83	197,76	0,70	690,78	131,84	0,47	339,77	98,88	0,35	205,37
2.400	275,15	0,97	1.231,20	206,36	0,73	744,19	137,58	0,49	366,04	103,18	0,36	221,25
2.500	286,62	1,01	1.322,37	214,96	0,76	799,30	143,31	0,51	393,14	107,48	0,38	237,63
2.600				223,56	0,79	856,09	149,04	0,53	421,08	111,78	0,40	254,52
2.700				232,16	0,82	914,54	154,77	0,55	449,82	116,08	0,41	271,89
2.800				240,76	0,85	974,64	160,50	0,57	479,38	120,38	0,43	289,76
2.900				249,36	0,88	1.036,36	166,24	0,59	509,74	124,68	0,44	308,11
3.000				257,95	0,91	1.099,71	171,97	0,61	540,90	128,98	0,46	326,95
3.200				275,15	0,97	1.231,20	183,43	0,65	605,58	137,58	0,49	366,04
3.400				292,35	1,03	1.369,00	194,90	0,69	673,36	146,17	0,52	407,01
3.600							206,36	0,73	744,19	154,77	0,55	449,82
3.800							217,83	0,77	818,05	163,37	0,58	494,46
4.000							229,29	0,81	894,87	171,97	0,61	540,90
4.200							240,76	0,85	974,64	180,57	0,64	589,11
4.400							252,22	0,89	1.057,30	189,17	0,67	639,08
4.600							263,69	0,93	1.142,83	197,76	0,70	690,78
4.800							275,15	0,97	1.231,20	206,36	0,73	744,19
5.000							286,62	1,01	1.322,37	214,96	0,76	799,30
5.200										223,56	0,79	856,09
5.400										232,16	0,82	914,54
5.600										240,76	0,85	974,64
5.800										249,36	0,88	1.036,36
6.000										257,95	0,91	1.099,71
6.200										266,55	0,94	1.164,66
6.400										275,15	0,97	1.231,20

### Perdite di carico dei tubi diametro 16 x 2,2 a 60° C [Tubo Riscaldamento 16, Tubo Stabil 16]

Salto termico	7,5 K			10 K			15 K			20 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
100	11,46	0,03	2,34	8,60	0,02	1,41	5,73	0,02	0,69	4,30	0,01	0,42
200	22,93	0,06	7,86	17,20	0,05	4,75	11,46	0,03	2,34	8,60	0,02	1,41
300	34,39	0,09	15,99	25,80	0,07	9,66	17,20	0,05	4,75	12,90	0,03	2,87
400	45,86	0,12	26,45	34,39	0,09	15,99	22,93	0,06	7,86	17,20	0,05	4,75
500	57,32	0,15	39,08	42,99	0,11	23,62	28,66	0,08	11,62	21,50	0,06	7,02
600	68,79	0,18	53,77	51,59	0,14	32,50	34,39	0,09	15,99	25,80	0,07	9,66
700	80,25	0,21	70,42	60,19	0,16	42,57	40,13	0,11	20,94	30,09	0,08	12,66
800	91,72	0,24	88,96	68,79	0,18	53,77	45,86	0,12	26,45	34,39	0,09	15,99
900	103,18	0,27	109,32	77,39	0,20	66,08	51,59	0,14	32,50	38,69	0,10	19,65
1.000	114,65	0,30	131,46	85,98	0,23	79,46	57,32	0,15	39,08	42,99	0,11	23,62
1.100	126,11	0,33	155,32	94,58	0,25	93,88	63,06	0,17	46,18	47,29	0,12	27,91
1.200	137,58	0,36	180,86	103,18	0,27	109,32	68,79	0,18	53,77	51,59	0,14	32,50
1.300	149,04	0,39	208,06	111,78	0,29	125,76	74,52	0,20	61,86	55,89	0,15	37,39
1.400	160,50	0,42	236,87	120,38	0,32	143,17	80,25	0,21	70,42	60,19	0,16	42,57
1.500	171,97	0,45	267,27	128,98	0,34	161,55	85,98	0,23	79,46	64,49	0,17	48,03
1.600	183,43	0,48	299,22	137,58	0,36	180,86	91,72	0,24	88,96	68,79	0,18	53,77
1.700	194,90	0,51	332,71	146,17	0,38	201,11	97,45	0,26	98,92	73,09	0,19	59,79
1.800	206,36	0,54	367,72	154,77	0,41	222,26	103,18	0,27	109,32	77,39	0,20	66,08
1.900	217,83	0,57	404,21	163,37	0,43	244,32	108,91	0,29	120,17	81,69	0,21	72,64
2.000	229,29	0,60	442,17	171,97	0,45	267,27	114,65	0,30	131,46	85,98	0,23	79,46
2.100	240,76	0,63	481,58	180,57	0,47	291,09	120,38	0,32	143,17	90,28	0,24	86,54
2.200	252,22	0,66	522,43	189,17	0,50	315,78	126,11	0,33	155,32	94,58	0,25	93,88
2.300	263,69	0,69	564,69	197,76	0,52	341,32	131,84	0,35	167,88	98,88	0,26	101,48
2.400	275,15	0,72	608,35	206,36	0,54	367,72	137,58	0,36	180,86	103,18	0,27	109,32
2.500	286,62	0,75	653,40	214,96	0,57	394,95	143,31	0,38	194,26	107,48	0,28	117,42
2.600	298,08	0,78	699,82	223,56	0,59	423,00	149,04	0,39	208,06	111,78	0,29	125,76
2.700	309,54	0,81	747,60	232,16	0,61	451,89	154,77	0,41	222,26	116,08	0,31	134,35
2.800	321,01	0,84	796,73	240,76	0,63	481,58	160,50	0,42	236,87	120,38	0,32	143,17
2.900	332,47	0,87	847,19	249,36	0,66	512,08	166,24	0,44	251,87	124,68	0,33	152,24
3.000	343,94	0,90	898,97	257,95	0,68	543,38	171,97	0,45	267,27	128,98	0,34	161,55
3.200	366,87	0,96	1.006,46	275,15	0,72	608,35	183,43	0,48	299,22	137,58	0,36	180,86
3.400	389,80	1,02	1.119,11	292,35	0,77	676,44	194,90	0,51	332,71	146,17	0,38	201,11
3.600				309,54	0,81	747,60	206,36	0,54	367,72	154,77	0,41	222,26
3.800				326,74	0,86	821,79	217,83	0,57	404,21	163,37	0,43	244,32
4.000				343,94	0,90	898,97	229,29	0,60	442,17	171,97	0,45	267,27
4.200				361,14	0,95	979,10	240,76	0,63	481,58	180,57	0,47	291,09
4.400				378,33	0,99	1.062,15	252,22	0,66	522,43	189,17	0,50	315,78
4.600				395,53	1,04	1.148,07	263,69	0,69	564,69	197,76	0,52	341,32
4.800							275,15	0,72	608,35	206,36	0,54	367,72
5.000							286,62	0,75	653,40	214,96	0,57	394,95
5.200							298,08	0,78	699,82	223,56	0,59	423,01
5.400							309,54	0,81	747,60	232,16	0,61	451,89
5.600							321,01	0,84	796,73	240,76	0,63	481,58
5.800							332,47	0,87	847,19	249,36	0,66	512,08
6.000							343,94	0,90	898,97	257,95	0,68	543,38
6.200							355,40	0,93	952,07	266,55	0,70	575,47
6.400							366,87	0,96	1.006,46	275,15	0,72	608,35

### Perdite di carico dei tubi diametro 20 x 2,8 a 60° C [Tubo Riscaldamento 20, Tubo Stabil 20]

Salto termico	7,5 K			10 K			15 K			20 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
100	11,46	0,02	0,84	8,60	0,01	0,51	5,73	0,00	0,25	4,30	0,01	0,15
200	22,93	0,04	2,82	17,20	0,03	1,70	11,46	0,02	0,84	8,60	0,01	0,51
300	34,39	0,06	5,72	25,80	0,04	3,46	17,20	0,03	1,70	12,90	0,02	1,03
400	45,86	0,08	9,47	34,39	0,06	5,72	22,93	0,04	2,82	17,20	0,03	1,70
500	57,32	0,01	13,99	42,99	0,07	8,46	28,66	0,05	4,16	21,50	0,04	2,51
600	68,79	0,12	19,25	51,59	0,09	11,64	34,39	0,06	5,72	25,80	0,04	3,46
700	80,25	0,14	25,22	60,19	0,10	15,24	40,13	0,07	7,50	30,09	0,05	4,53
800	91,72	0,16	31,85	68,79	0,12	19,25	45,86	0,08	9,47	34,39	0,06	5,72
900	103,18	0,18	39,14	77,39	0,13	23,66	51,59	0,09	11,64	38,69	0,07	7,03
1.000	114,65	0,20	47,07	85,98	0,15	28,45	57,32	0,01	13,99	42,99	0,07	8,46
1.100	126,11	0,22	55,61	94,58	0,16	33,62	63,06	0,11	16,53	47,29	0,08	9,99
1.200	137,58	0,23	64,76	103,18	0,18	39,14	68,79	0,12	19,25	51,59	0,09	11,64
1.300	149,04	0,25	74,50	111,78	0,19	45,03	74,52	0,13	22,15	55,89	0,01	13,39
1.400	160,50	0,27	84,81	120,38	0,21	51,26	80,25	0,14	25,22	60,19	0,10	15,24
1.500	171,97	0,29	95,70	128,98	0,22	57,84	85,98	0,15	28,45	64,49	0,11	17,20
1.600	183,43	0,31	107,14	137,58	0,23	64,76	91,72	0,16	31,85	68,79	0,12	19,25
1.700	194,90	0,33	119,13	146,17	0,25	72,01	97,45	0,17	35,42	73,09	0,12	21,41
1.800	206,36	0,35	131,66	154,77	0,26	79,58	103,18	0,18	39,14	77,39	0,13	23,66
1.900	217,83	0,37	144,73	163,37	0,28	87,48	108,91	0,19	43,03	81,69	0,14	26,01
2.000	229,29	0,39	158,32	171,97	0,29	95,70	114,65	0,20	47,07	85,98	0,15	28,45
2.100	240,76	0,41	172,43	180,57	0,31	104,23	120,38	0,21	51,26	90,28	0,15	30,99
2.200	252,22	0,43	187,06	189,17	0,32	113,07	126,11	0,22	55,61	94,58	0,16	33,62
2.300	263,69	0,45	202,19	197,76	0,34	122,21	131,84	0,22	60,11	98,88	0,17	36,33
2.400	275,15	0,47	217,82	206,36	0,35	131,66	137,58	0,23	64,76	103,18	0,18	39,14
2.500	286,62	0,49	233,96	214,96	0,37	141,41	143,31	0,24	69,56	107,48	0,18	42,04
2.600	298,08	0,51	250,58	223,56	0,38	151,46	149,04	0,25	74,50	111,78	0,19	45,03
2.700	309,54	0,53	267,69	232,16	0,40	161,80	154,77	0,26	79,58	116,08	0,20	48,10
2.800	321,01	0,55	285,28	240,76	0,41	172,43	160,50	0,27	84,81	120,38	0,21	51,26
2.900	332,47	0,57	303,34	249,36	0,43	183,35	166,24	0,28	90,18	124,68	0,21	54,51
3.000	343,94	0,59	321,88	257,95	0,44	194,56	171,97	0,29	95,70	128,98	0,22	57,84
3.200	366,87	0,63	360,37	275,15	0,47	217,82	183,43	0,31	107,14	137,58	0,23	64,76
3.400	389,80	0,66	400,71	292,35	0,50	242,21	194,90	0,33	119,13	146,17	0,25	72,01
3.600	412,73	0,70	442,86	309,54	0,53	267,69	206,36	0,35	131,66	154,77	0,26	79,58
3.800	435,66	0,74	486,81	326,74	0,56	294,25	217,83	0,37	144,73	163,37	0,28	87,48
4.000	458,58	0,78	532,53	343,94	0,59	321,88	229,29	0,39	158,32	171,97	0,29	95,70
4.200	481,51	0,82	579,99	361,14	0,62	350,58	240,76	0,41	172,43	180,57	0,31	104,23
4.400	504,44	0,86	629,19	378,33	0,65	380,31	252,22	0,43	187,06	189,17	0,32	113,07
4.600	527,37	0,90	680,09	395,53	0,67	411,08	263,69	0,45	202,19	197,76	0,34	122,21
4.800	550,30	0,94	732,67	412,73	0,70	442,86	275,15	0,47	217,82	206,36	0,35	131,66
5.000	573,23	0,98	786,93	429,92	0,73	475,66	286,62	0,49	233,96	214,96	0,37	141,41
5.200	596,16	1,02	842,84	447,12	0,76	509,45	298,08	0,51	250,58	223,56	0,38	151,46
5.400				464,32	0,79	544,23	309,54	0,53	267,69	232,16	0,40	161,80
5.600				481,51	0,82	579,99	321,01	0,55	285,28	240,76	0,41	172,43
5.800				498,71	0,85	616,73	332,47	0,57	303,34	249,36	0,43	183,35
6.000				515,91	0,88	654,42	343,94	0,59	321,88	257,95	0,44	194,56
6.200				533,10	0,91	693,08	355,40	0,61	340,90	266,55	0,45	206,05
6.400				550,30	0,94	732,67	366,87	0,63	360,37	275,15	0,47	217,82

**Perdite di carico dei tubi diametro 20 x 2,8 a 60 ° C [Tubo Riscaldamento 20, Tubo Stabil 20]**

Salto termico	7,5 K			10 K			15 K			20 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
6.600				567,50	0,97	773,21	378,33	0,65	380,31	283,75	0,48	229,88
6.800				584,69	1,00	814,68	389,80	0,66	400,71	292,35	0,50	242,21
7.000							401,26	0,68	421,56	300,95	0,51	254,81
7.200							412,73	0,70	442,86	309,54	0,53	267,69
7.400							424,19	0,72	464,61	318,14	0,54	280,83
7.600							435,66	0,74	486,81	326,74	0,56	294,25
7.800							447,12	0,76	509,45	335,34	0,57	307,93
8.000							458,58	0,78	532,53	343,94	0,59	321,88
8.200							470,05	0,80	556,04	352,54	0,60	336,01
8.400							481,51	0,82	579,99	361,14	0,62	350,58
8.600							492,98	0,84	604,38	369,73	0,63	365,31
8.800							504,44	0,86	629,19	378,33	0,65	380,31
9.000							515,91	0,88	654,42	386,93	0,66	395,56
9.200							527,37	0,90	680,09	395,53	0,67	411,08
9.400							538,84	0,92	706,17	404,13	0,69	426,84
9.600							550,30	0,94	732,67	412,73	0,70	442,86
9.800							561,77	0,96	759,59	421,32	0,72	459,13
10.000							573,23	0,98	786,93	429,92	0,73	475,66
11.000							630,55	1,08	929,76	472,91	0,81	561,99
12.000										515,91	0,88	654,42
13.000										558,90	0,95	752,82
14.000										601,89	1,03	857,07

**Perdite di carico dei tubi diametro 25 x 3,5 a 60° C [Tubo Riscaldamento 25, Tubo Stabil 25]**

Salto termico	10 K			15 K			20 K			25 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
100	8,60	0,01	0,18	5,73	0,01	0,09	4,30	0,01	0,05	3,44	0,00	0,04
200	17,20	0,02	0,59	11,46	0,01	0,29	8,60	0,01	0,18	6,88	0,01	0,12
300	25,80	0,03	1,20	17,20	0,02	0,59	12,90	0,01	0,36	10,32	0,01	0,24
400	34,39	0,04	1,98	22,93	0,03	0,98	17,20	0,02	0,59	13,76	0,02	0,40
500	42,99	0,05	2,93	28,66	0,03	1,44	21,50	0,02	0,87	17,20	0,02	0,59
600	51,59	0,06	4,03	34,39	0,04	1,98	25,80	0,03	1,20	20,64	0,02	0,81
700	60,19	0,07	5,28	40,13	0,04	2,60	30,09	0,03	1,57	24,08	0,03	1,06
800	68,79	0,08	6,67	45,86	0,05	3,28	34,39	0,04	1,98	27,52	0,03	1,34
900	77,39	0,08	8,20	51,59	0,06	4,03	38,69	0,04	2,44	30,95	0,03	1,65
1.000	85,98	0,09	9,86	57,32	0,06	4,85	42,99	0,05	2,93	34,39	0,04	1,98
1.100	94,58	0,10	11,65	63,06	0,07	5,73	47,29	0,05	3,46	37,83	0,04	2,34
1.200	103,18	0,11	13,56	68,79	0,08	6,67	51,59	0,06	4,03	41,27	0,05	2,73
1.300	111,78	0,12	15,60	74,52	0,08	7,67	55,89	0,06	4,64	44,71	0,05	3,14
1.400	120,38	0,13	17,76	80,25	0,09	8,74	60,19	0,07	5,28	48,15	0,05	3,57
1.500	128,98	0,14	20,04	85,98	0,09	9,86	64,49	0,07	5,96	51,59	0,06	4,03
1.600	137,58	0,15	22,44	91,72	0,10	11,04	68,79	0,08	6,67	55,03	0,06	4,51
1.700	146,17	0,16	24,95	97,45	0,11	12,27	73,09	0,08	7,42	58,47	0,06	5,02
1.800	154,77	0,17	27,57	103,18	0,11	13,56	77,39	0,08	8,20	61,91	0,07	5,55
1.900	163,37	0,18	30,31	108,91	0,12	14,91	81,69	0,09	9,01	65,35	0,07	6,01
2.000	171,97	0,19	33,16	114,65	0,13	16,31	85,98	0,09	9,86	68,79	0,08	6,67
2.100	180,57	0,20	36,11	120,38	0,13	17,76	90,28	0,10	10,74	72,23	0,08	7,27
2.200	189,17	0,21	39,18	126,11	0,14	19,27	94,58	0,10	11,65	75,67	0,08	7,88
2.300	197,76	0,22	42,34	131,84	0,14	20,83	98,88	0,11	12,59	79,11	0,09	8,52
2.400	206,36	0,23	45,62	137,58	0,15	22,44	103,18	0,11	13,56	82,55	0,09	9,18
2.500	214,96	0,23	49,00	143,31	0,16	24,10	107,48	0,12	14,57	85,98	0,09	9,86
2.600	223,56	0,24	52,48	149,04	0,16	25,81	111,78	0,12	15,60	89,42	0,01	10,56
2.700	232,16	0,25	56,06	154,77	0,17	27,57	116,08	0,13	16,67	92,86	0,10	11,28
2.800	240,76	0,26	59,74	160,50	0,18	29,39	120,38	0,13	17,76	96,30	0,11	12,02
2.900	249,36	0,27	63,53	166,24	0,18	31,25	124,68	0,14	18,89	99,74	0,11	12,78
3.000	257,95	0,28	67,41	171,97	0,19	33,16	128,98	0,14	20,04	103,18	0,11	13,56
3.200	275,15	0,30	75,47	183,43	0,20	37,12	137,58	0,15	22,44	110,06	0,12	15,18
3.400	292,35	0,32	83,92	194,90	0,21	41,28	146,17	0,16	24,95	116,94	0,13	16,88
3.600	309,54	0,34	92,75	206,36	0,23	45,62	154,77	0,17	27,57	123,82	0,14	18,66
3.800	326,74	0,36	101,95	217,83	0,24	50,15	163,37	0,18	30,31	130,70	0,14	20,51
4.000	343,94	0,38	111,53	229,29	0,25	54,86	171,97	0,19	33,16	137,58	0,15	22,44
4.200	361,14	0,39	121,47	240,76	0,26	59,74	180,57	0,20	36,11	144,45	0,16	24,44
4.400	378,33	0,41	131,77	252,22	0,28	64,81	189,17	0,21	39,18	151,33	0,17	26,51
4.600	395,53	0,43	142,43	263,69	0,29	70,05	197,76	0,22	42,34	158,21	0,17	28,66
4.800	412,73	0,45	153,44	275,15	0,30	75,47	206,36	0,23	45,62	165,09	0,18	30,87
5.000	429,92	0,47	164,80	286,62	0,31	81,06	214,96	0,23	49,00	171,97	0,19	33,16
5.200	447,12	0,49	176,51	298,08	0,33	86,82	223,56	0,24	52,48	178,85	0,20	35,51
5.400	464,32	0,51	188,56	309,54	0,34	92,75	232,16	0,25	56,06	185,73	0,20	37,94
5.600	481,51	0,53	200,96	321,01	0,35	98,84	240,76	0,26	59,74	192,61	0,21	40,43
5.800	498,71	0,54	213,68	332,47	0,36	105,10	249,36	0,27	63,53	199,48	0,22	42,99
6.000	515,91	0,56	226,74	343,94	0,38	111,53	257,95	0,28	67,41	206,36	0,23	45,62
6.200	533,10	0,58	240,14	355,40	0,39	118,11	266,55	0,29	71,39	213,24	0,23	48,31
6.400	550,30	0,60	253,86	366,87	0,40	124,86	275,15	0,30	75,47	220,12	0,24	51,07



### Perdite di carico dei tubi diametro 25 x 3,5 a 60° C [Tubo Riscaldamento 25, Tubo Stabil 25]

Salto termico	10 K			15 K			20 K			25 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
6.600	567,50	0,62	267,90	378,33	0,41	131,77	283,75	0,31	79,65	227,00	0,25	53,90
6.800	584,69	0,64	282,27	389,80	0,43	138,84	292,35	0,32	83,92	233,88	0,26	56,79
7.000	601,89	0,66	296,96	401,26	0,44	146,06	300,95	0,33	88,29	240,76	0,26	59,74
7.200	619,09	0,68	311,96	412,73	0,45	153,44	309,54	0,34	92,75	247,64	0,27	62,76
7.400	636,29	0,69	327,29	424,19	0,46	160,98	318,14	0,35	97,30	254,51	0,28	65,85
7.600	653,48	0,71	342,92	435,66	0,48	168,67	326,74	0,36	101,95	261,39	0,29	68,99
7.800	670,68	0,73	358,87	447,12	0,49	176,51	335,34	0,37	106,69	268,27	0,29	72,20
8.000	687,88	0,75	375,13	458,58	0,50	184,51	343,94	0,38	111,53	275,15	0,30	75,47
8.200	705,07	0,77	391,69	470,05	0,51	192,66	352,54	0,38	116,45	282,03	0,31	78,80
8.400	722,27	0,79	408,56	481,51	0,53	200,96	361,14	0,39	121,47	288,91	0,32	82,20
8.600	739,47	0,81	425,74	492,98	0,54	209,40	369,73	0,40	126,57	295,79	0,32	85,65
8.800	756,66	0,83	443,22	504,44	0,55	218,00	378,33	0,41	131,77	302,67	0,33	89,17
9.000	773,86	0,84	460,99	515,91	0,56	226,74	386,93	0,42	137,05	309,54	0,34	92,75
9.200	791,06	0,86	479,07	527,37	0,58	235,64	395,53	0,43	142,43	316,42	0,35	96,38
9.400	808,25	0,88	497,45	538,84	0,59	244,67	404,13	0,44	147,89	323,30	0,35	100,08
9.600	825,45	0,90	516,11	550,30	0,60	253,86	412,73	0,45	153,44	330,18	0,36	103,84
9.800	842,65	0,92	535,08	561,77	0,61	263,18	421,32	0,46	159,08	337,06	0,37	107,65
10.000	859,85	0,94	554,33	573,23	0,63	272,65	429,92	0,47	164,80	343,94	0,38	111,53
11.000	945,83	1,03	654,95	630,55	0,69	322,14	472,91	0,52	194,72	378,33	0,41	131,77
12.000				687,88	0,75	375,13	515,91	0,56	226,74	412,73	0,45	153,44
13.000				745,20	0,81	431,53	558,90	0,61	260,84	447,12	0,49	176,51
14.000				802,52	0,88	491,29	601,89	0,66	296,96	481,51	0,53	200,96
15.000				859,85	0,94	554,33	644,88	0,70	335,06	515,91	0,56	226,74
16.000				917,17	1,00	620,61	687,88	0,75	375,13	550,30	0,60	253,86
17.000							730,87	0,80	417,11	584,69	0,64	282,27
18.000							773,86	0,84	460,99	619,09	0,68	311,96
19.000							816,85	0,89	506,74	653,48	0,71	342,92
20.000							859,85	0,94	554,33	687,88	0,75	375,13
21.000							902,84	0,99	603,74	722,27	0,79	408,56
22.000							945,83	1,03	654,95	756,66	0,83	443,22
23.000										791,06	0,86	479,07
24.000										825,45	0,90	516,11
25.000										859,85	0,94	554,33
26.000										894,24	0,98	593,72
27.000										928,63	1,01	634,25

### Perdite di carico dei tubi diametro 32 x 4,4 a 60 °C [Tubo Riscaldamento 32, Tubo Stabil 32]

Salto termico	10 K			15 K			20 K			25 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
100	8,60	0,01	0,05	5,73	0,00	0,03	4,30	0,00	0,02	3,44	0,00	0,01
200	17,20	0,01	0,18	11,46	0,01	0,09	8,60	0,01	0,05	6,88	0,01	0,04
300	25,80	0,02	0,36	17,20	0,01	0,18	12,90	0,01	0,11	10,32	0,01	0,07
400	34,39	0,02	0,59	22,93	0,02	0,29	17,20	0,01	0,18	13,76	0,01	0,12
500	42,99	0,03	0,88	28,66	0,02	0,43	21,50	0,01	0,26	17,20	0,01	0,18
600	51,59	0,03	1,21	34,39	0,02	0,59	25,80	0,02	0,36	20,64	0,01	0,24
700	60,19	0,04	1,58	40,13	0,03	0,78	30,09	0,02	0,47	24,08	0,02	0,32
800	68,79	0,05	2,00	45,86	0,03	0,98	34,39	0,02	0,59	27,52	0,02	0,40
900	77,39	0,05	2,46	51,59	0,03	1,21	38,69	0,03	0,73	30,95	0,02	0,49
1.000	85,98	0,06	2,95	57,32	0,04	1,45	42,99	0,03	0,88	34,39	0,02	0,59
1.100	94,58	0,06	3,49	63,06	0,04	1,72	47,29	0,03	1,04	37,83	0,02	0,70
1.200	103,18	0,07	4,06	68,79	0,05	2,00	51,59	0,03	1,21	41,27	0,03	0,82
1.300	111,78	0,07	4,67	74,52	0,05	2,30	55,89	0,04	1,39	44,71	0,03	0,94
1.400	120,38	0,08	5,32	80,25	0,05	2,62	60,19	0,04	1,58	48,15	0,03	1,07
1.500	128,98	0,08	6,00	85,98	0,06	2,95	64,49	0,04	1,78	51,59	0,03	1,21
1.600	137,58	0,09	6,72	91,72	0,06	3,31	68,79	0,05	2,00	55,03	0,04	1,35
1.700	146,17	0,01	7,47	97,45	0,06	3,68	73,09	0,05	2,22	58,47	0,04	1,50
1.800	154,77	0,10	8,26	103,18	0,07	4,06	77,39	0,05	2,46	61,91	0,04	1,66
1.900	163,37	0,11	9,08	108,91	0,07	4,47	81,69	0,05	2,70	65,35	0,04	1,83
2.000	171,97	0,11	9,93	114,65	0,08	4,89	85,98	0,06	2,95	68,79	0,05	2,00
2.100	180,57	0,12	10,82	120,38	0,08	5,32	90,28	0,06	3,22	72,23	0,05	2,18
2.200	189,17	0,12	11,74	126,11	0,08	5,77	94,58	0,06	3,49	75,67	0,05	2,36
2.300	197,76	0,13	12,68	131,84	0,09	6,24	98,88	0,07	3,77	79,11	0,05	2,55
2.400	206,36	0,14	13,67	137,58	0,09	6,72	103,18	0,07	4,06	82,55	0,05	2,75
2.500	214,96	0,14	14,68	143,31	0,09	7,22	107,48	0,07	4,36	85,98	0,06	2,95
2.600	223,56	0,15	15,72	149,04	0,01	7,73	111,78	0,07	4,67	89,42	0,06	3,16
2.700	232,16	0,15	16,79	154,77	0,10	8,26	116,08	0,08	4,99	92,86	0,06	3,38
2.800	240,76	0,16	17,90	160,50	0,11	8,80	120,38	0,08	5,32	96,30	0,06	3,60
2.900	249,36	0,16	19,03	166,24	0,11	9,36	124,68	0,08	5,66	99,74	0,07	3,83
3.000	257,95	0,17	20,19	171,97	0,11	9,93	128,98	0,08	6,00	103,18	0,07	4,06
3.200	275,15	0,18	22,61	183,43	0,12	11,12	137,58	0,09	6,72	110,06	0,07	4,55
3.400	292,35	0,19	25,14	194,90	0,13	12,36	146,17	0,01	7,47	116,94	0,08	5,06
3.600	309,54	0,20	27,78	206,36	0,14	13,67	154,77	0,10	8,26	123,82	0,08	5,59
3.800	326,74	0,21	30,54	217,83	0,14	15,02	163,37	0,11	9,08	130,70	0,09	6,14
4.000	343,94	0,23	33,41	229,29	0,15	16,43	171,97	0,11	9,93	137,58	0,09	6,72
4.200	361,14	0,24	36,39	240,76	0,16	17,90	180,57	0,12	10,82	144,45	0,01	7,32
4.400	378,33	0,25	39,47	252,22	0,17	19,41	189,17	0,12	11,74	151,33	0,10	7,94
4.600	395,53	0,26	42,67	263,69	0,17	20,99	197,76	0,13	12,68	158,21	0,10	8,58
4.800	412,73	0,27	45,96	275,15	0,18	22,61	206,36	0,14	13,67	165,09	0,11	9,25
5.000	429,92	0,28	49,37	286,62	0,19	24,28	214,96	0,14	14,68	171,97	0,11	9,93
5.200	447,12	0,29	52,88	298,08	0,20	26,01	223,56	0,15	15,72	178,85	0,12	10,64
5.400	464,32	0,31	56,49	309,54	0,20	27,78	232,16	0,15	16,79	185,73	0,12	11,36
5.600	481,51	0,32	60,20	321,01	0,21	29,61	240,76	0,16	17,90	192,61	0,13	12,11
5.800	498,71	0,33	64,01	332,47	0,22	31,48	249,36	0,16	19,03	199,48	0,13	12,88
6.000	515,91	0,34	67,92	343,94	0,23	33,41	257,95	0,17	20,19	206,36	0,14	13,67
6.200	533,10	0,35	71,93	355,40	0,23	35,38	266,55	0,18	21,39	213,24	0,14	14,47
6.400	550,30	0,36	76,04	366,87	0,24	37,40	275,15	0,18	22,61	220,12	0,14	15,30
6.600	567,50	0,37	80,25	378,33	0,25	39,47	283,75	0,19	23,86	227,00	0,15	16,15
6.800	584,69	0,38	84,56	389,80	0,26	41,59	292,35	0,19	25,14	233,88	0,15	17,01
7.000	601,89	0,40	88,96	401,26	0,26	43,75	300,95	0,20	26,45	240,76	0,16	17,90

### Perdite di carico dei tubi diametro 32 x 4,4 a 60° C [Tubo Riscaldamento 32, Tubo Stabil 32]

Salto termico	10 K			15 K			20 K			25 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
7.200	619,09	0,41	93,45	412,73	0,27	45,96	309,54	0,20	27,78	247,64	0,16	18,80
7.400	636,29	0,42	98,04	424,19	0,28	48,22	318,14	0,21	29,15	254,51	0,17	19,72
7.600	653,48	0,43	102,72	435,66	0,29	50,53	326,74	0,21	30,54	261,39	0,17	20,67
7.800	670,68	0,44	107,50	447,12	0,29	52,88	335,34	0,22	31,96	268,27	0,18	21,63
8.000	687,88	0,45	112,37	458,58	0,30	55,27	343,94	0,23	33,41	275,15	0,18	22,61
8.200	705,07	0,46	117,33	470,05	0,31	57,71	352,54	0,23	34,88	282,03	0,19	23,61
8.400	722,27	0,47	122,39	481,51	0,32	60,20	361,14	0,24	36,39	288,91	0,19	24,62
8.600	739,47	0,49	127,53	492,98	0,32	62,73	369,73	0,24	37,92	295,79	0,19	25,66
8.800	756,66	0,50	132,77	504,44	0,33	65,30	378,33	0,25	39,47	302,67	0,20	26,71
9.000	773,86	0,51	138,09	515,91	0,34	67,92	386,93	0,25	41,06	309,54	0,20	27,78
9.200	791,06	0,52	143,51	527,37	0,35	70,59	395,53	0,26	42,67	316,42	0,21	28,87
9.400	808,25	0,53	149,01	538,84	0,35	73,29	404,13	0,27	44,30	323,30	0,21	29,98
9.600	825,45	0,54	154,61	550,30	0,36	76,04	412,73	0,27	45,96	330,18	0,22	31,11
9.800	842,65	0,55	160,29	561,77	0,37	78,84	421,32	0,28	47,65	337,06	0,22	32,25
10.000	859,85	0,57	166,05	573,23	0,38	81,68	429,92	0,28	49,37	343,94	0,23	33,41
11.000	945,83	0,62	196,19	630,55	0,41	96,50	472,91	0,31	58,33	378,33	0,25	39,47
12.000	1.031,81	0,68	228,46	687,88	0,45	112,37	515,91	0,34	67,92	412,73	0,27	45,96
13.000	1.117,80	0,73	262,82	745,20	0,49	129,27	558,90	0,37	78,14	447,12	0,29	52,88
14.000	1.203,78	0,79	299,21	802,52	0,53	147,17	601,89	0,40	88,96	481,51	0,32	60,20
15.000	1.289,77	0,85	337,61	859,85	0,57	166,05	644,88	0,42	100,37	515,91	0,34	67,92
16.000	1.375,75	0,90	377,97	917,17	0,60	185,91	687,88	0,45	112,37	550,30	0,36	76,04
17.000	1.461,74	0,96	420,28	974,49	0,64	206,72	730,87	0,48	124,95	584,69	0,38	84,56
18.000	1.547,72	1,02	464,49	1.031,81	0,68	228,46	773,86	0,51	138,09	619,09	0,41	93,45
19.000				1.089,14	0,72	251,14	816,85	0,54	151,80	653,48	0,43	102,72
20.000				1.146,46	0,75	274,72	859,85	0,57	166,05	687,88	0,45	112,37
21.000				1.203,78	0,79	299,21	902,84	0,59	180,86	722,27	0,47	122,39
22.000				1.261,11	0,83	324,59	945,83	0,62	196,19	756,66	0,50	132,77
23.000				1.318,43	0,87	350,84	988,82	0,65	212,07	791,06	0,52	143,51
24.000				1.375,75	0,90	377,97	1.031,81	0,68	228,46	825,45	0,54	154,61
25.000				1.433,08	0,94	405,96	1.074,81	0,71	245,38	859,85	0,57	166,05
26.000				1.490,40	0,98	434,80	1.117,80	0,73	262,82	894,24	0,59	177,85
27.000				1.547,72	1,02	464,49	1.160,79	0,76	280,76	928,63	0,61	189,99
28.000							1.203,78	0,79	299,21	963,03	0,63	202,48
29.000							1.246,78	0,82	318,16	997,42	0,66	215,30
30.000							1.289,77	0,85	337,61	1.031,81	0,68	228,46
31.000							1.332,76	0,88	357,54	1.066,21	0,70	241,96
32.000							1.375,75	0,90	377,97	1.100,60	0,72	255,78
33.000							1.418,74	0,93	398,88	1.135,00	0,75	269,93
34.000							1.461,74	0,96	420,28	1.169,39	0,77	284,41
35.000							1.504,73	0,99	442,15	1.203,78	0,79	299,21
36.000							1.547,72	1,02	464,49	1.238,18	0,81	314,33
37.000										1.272,57	0,84	329,77
38.000										1.306,96	0,86	345,52
39.000										1.341,36	0,88	361,59
40.000										1.375,75	0,90	377,97
41.000										1.410,15	0,93	394,66
42.000										1.444,54	0,95	411,66
43.000										1.478,93	0,97	428,97
44.000										1.513,33	0,99	446,58
45.000										1.547,72	1,02	464,49

### Perdite di carico dei tubi diametro 42 x 4,6 a 60° C [Tubo Stabil 40]

Salto termico	10 K			15 K			20 K			25 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
100	8,60	0,00	0,01	5,73	0,00	0,00	4,30	0,00	0,00	3,44	0,00	0,00
200	17,20	0,01	0,03	11,46	0,00	0,02	8,60	0,00	0,01	6,88	0,00	0,01
300	25,80	0,01	0,07	17,20	0,01	0,03	12,90	0,00	0,02	10,32	0,00	0,01
400	34,39	0,01	0,11	22,93	0,01	0,05	17,20	0,01	0,03	13,76	0,00	0,02
500	42,99	0,01	0,16	28,66	0,01	0,08	21,50	0,01	0,05	17,20	0,01	0,03
1.000	85,98	0,03	0,55	57,32	0,02	0,27	42,99	0,01	0,16	34,39	0,01	0,11
1.500	128,98	0,04	1,13	85,98	0,03	0,55	64,49	0,02	0,33	51,59	0,02	0,23
2.000	171,97	0,06	1,86	114,65	0,04	0,92	85,98	0,03	0,55	68,79	0,02	0,37
2.500	214,96	0,07	2,75	143,31	0,05	1,35	107,48	0,03	0,82	85,98	0,03	0,55
3.000	257,95	0,08	3,79	171,97	0,06	1,86	128,98	0,04	1,13	103,18	0,03	0,76
3.500	300,95	0,10	4,96	200,63	0,07	2,44	150,47	0,05	1,47	120,38	0,04	1,00
4.000	343,94	0,11	6,27	229,29	0,07	3,08	171,97	0,06	1,86	137,58	0,04	1,26
4.500	386,93	0,13	7,70	257,95	0,08	3,79	193,47	0,06	2,29	154,77	0,05	1,55
5.000	429,92	0,14	9,26	286,62	0,09	4,55	214,96	0,07	2,75	171,97	0,06	1,86
5.500	472,91	0,15	10,94	315,28	0,10	5,38	236,46	0,08	3,25	189,17	0,06	2,20
6.000	515,91	0,17	12,74	343,94	0,11	6,27	257,95	0,08	3,79	206,36	0,07	2,56
6.500	558,90	0,18	14,65	372,60	0,12	7,21	279,45	0,09	4,36	223,56	0,07	2,95
7.000	601,89	0,20	16,68	401,26	0,13	8,21	300,95	0,10	4,96	240,76	0,08	3,36
7.500	644,88	0,21	18,82	429,92	0,14	9,26	322,44	0,10	5,60	257,95	0,08	3,79
8.000	687,88	0,22	21,08	458,58	0,15	10,37	343,94	0,11	6,27	275,15	0,09	4,24
8.500	730,87	0,24	23,43	487,25	0,16	11,53	365,43	0,12	6,97	292,35	0,09	4,71
9.000	773,86	0,25	25,90	515,91	0,17	12,74	386,93	0,13	7,70	309,54	0,10	5,21
9.500	816,85	0,27	28,47	544,57	0,18	14,00	408,43	0,13	8,46	326,74	0,11	5,73
10.000	859,85	0,28	31,14	573,23	0,19	15,32	429,92	0,14	9,26	343,94	0,11	6,27
11.000	945,83	0,31	36,80	630,55	0,20	18,10	472,91	0,15	10,94	378,33	0,12	7,40
12.000	1.031,81	0,34	42,85	687,88	0,22	21,08	515,91	0,17	12,74	412,73	0,13	8,62
13.000	1.117,80	0,36	49,29	745,20	0,24	24,24	558,90	0,18	14,65	447,12	0,15	9,92
14.000	1.203,78	0,39	56,12	802,52	0,26	27,60	601,89	0,20	16,68	481,51	0,16	11,29
15.000	1.289,77	0,42	63,32	859,85	0,28	31,14	644,88	0,21	18,82	515,91	0,17	12,74
16.000	1.375,75	0,45	70,89	917,17	0,30	34,87	687,88	0,22	21,08	550,30	0,18	14,26
17.000	1.461,74	0,47	78,82	974,49	0,32	38,77	730,87	0,24	23,43	584,69	0,19	15,86
18.000	1.547,72	0,50	87,12	1.031,81	0,34	42,85	773,86	0,25	25,90	619,09	0,20	17,53
19.000	1.633,71	0,53	95,76	1.089,14	0,35	47,10	816,85	0,27	28,47	653,48	0,21	19,27
20.000	1.719,69	0,56	104,76	1.146,46	0,37	51,52	859,85	0,28	31,14	687,88	0,22	21,08
21.000	1.805,67	0,59	114,09	1.203,78	0,39	56,12	902,84	0,29	33,92	722,27	0,23	22,95
22.000	1.891,66	0,61	123,77	1.261,11	0,41	60,88	945,83	0,31	36,80	756,66	0,25	24,90
23.000	1.977,64	0,64	133,78	1.318,43	0,43	65,80	988,82	0,32	39,77	791,06	0,26	26,92
24.000	2.063,63	0,67	144,13	1.375,75	0,45	70,89	1.031,81	0,34	42,85	825,45	0,27	29,00
25.000	2.149,61	0,70	154,80	1.433,08	0,47	76,14	1.074,81	0,35	46,02	859,85	0,28	31,14
26.000	2.235,60	0,73	165,80	1.490,40	0,48	81,55	1.117,80	0,36	49,29	894,24	0,29	33,36
27.000	2.321,58	0,75	177,12	1.547,72	0,50	87,12	1.160,79	0,38	52,66	928,63	0,30	35,63
28.000	2.407,57	0,78	188,76	1.605,04	0,52	92,84	1.203,78	0,39	56,12	963,03	0,31	37,98
29.000	2.493,55	0,81	200,71	1.662,37	0,54	98,72	1.246,78	0,40	59,67	997,42	0,32	40,38
30.000	2.579,54	0,84	212,98	1.719,69	0,56	104,76	1.289,77	0,42	63,32	1.031,81	0,34	42,85
31.000	2.665,52	0,87	225,56	1.777,01	0,58	110,94	1.332,76	0,43	67,06	1.066,21	0,35	45,38
32.000	2.751,50	0,89	238,44	1.834,34	0,60	117,28	1.375,75	0,45	70,89	1.100,60	0,36	47,97
33.000	2.837,49	0,92	251,64	1.891,66	0,61	123,77	1.418,74	0,46	74,81	1.135,00	0,37	50,63

### Perdite di carico dei tubi diametro 42 x 4,6 a 60° C [Tubo Stabil 40]

Salto termico	10 K			15 K			20 K			25 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
34.000	2.923,47	0,95	265,13	1.948,98	0,63	130,41	1.461,74	0,47	78,82	1.169,39	0,38	53,34
35.000	3.009,46	0,98	278,93	2.006,31	0,65	137,19	1.504,73	0,49	82,93	1.203,78	0,39	56,12
36.000	3.095,44	1,01	293,02	2.063,63	0,67	144,13	1.547,72	0,50	87,12	1.238,18	0,40	58,95
37.000				2.120,95	0,69	151,21	1.590,71	0,52	91,40	1.272,57	0,41	61,85
38.000				2.178,27	0,71	158,43	1.633,71	0,53	95,76	1.306,96	0,42	64,80
39.000				2.235,60	0,73	165,80	1.676,70	0,54	100,22	1.341,36	0,44	67,82
40.000				2.292,92	0,74	173,31	1.719,69	0,56	104,76	1.375,75	0,45	70,89
41.000				2.350,24	0,76	180,96	1.762,68	0,57	109,38	1.410,15	0,46	74,02
42.000				2.407,57	0,78	188,76	1.805,67	0,59	114,09	1.444,54	0,47	77,21
43.000				2.464,89	0,80	196,69	1.848,67	0,60	118,89	1.478,93	0,48	80,45
44.000				2.522,21	0,82	204,77	1.891,66	0,61	123,77	1.513,33	0,49	83,76
45.000				2.579,54	0,84	212,98	1.934,65	0,63	128,73	1.547,72	0,50	87,12
50.000				2.866,15	0,93	256,10	2.149,61	0,70	154,80	1.719,69	0,56	104,76
55.000				3.152,77	1,02	302,59	2.364,57	0,77	182,90	1.891,66	0,61	123,77
60.000							2.579,54	0,84	212,98	2.063,63	0,67	144,13
65.000							2.794,50	0,91	245,00	2.235,60	0,73	165,80
70.000							3.009,46	0,98	278,93	2.407,57	0,78	188,76
75.000							3.224,42	1,05	314,72	2.579,54	0,84	212,98
80.000										2.751,50	0,89	238,44
85.000										2.923,47	0,95	265,13
90.000										3.095,44	1,01	293,02

## Perdite di carico dei tubi diametro 52 x 5,65 a 60°C [Tubo Stabil 50]

Salto termico	10 K			15 K			20 K			25 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
100	8,60	0,00	0,00	5,73	0,00	0,00	4,30	0,00	0,00	3,44	0,00	0,00
200	17,20	0,00	0,01	11,46	0,00	0,01	8,60	0,00	0,00	6,88	0,00	0,00
300	25,80	0,01	0,02	17,20	0,00	0,01	12,90	0,00	0,01	10,32	0,00	0,00
400	34,39	0,01	0,04	22,93	0,00	0,02	17,20	0,00	0,01	13,76	0,00	0,01
500	42,99	0,01	0,06	28,66	0,01	0,03	21,50	0,00	0,02	17,20	0,00	0,01
1.000	85,98	0,02	0,20	57,32	0,01	0,10	42,99	0,01	0,06	34,39	0,01	0,04
1.500	128,98	0,03	0,41	85,98	0,02	0,20	64,49	0,01	0,12	51,59	0,01	0,08
2.000	171,97	0,04	0,67	114,65	0,02	0,33	85,98	0,02	0,20	68,79	0,01	0,14
2.500	214,96	0,05	0,99	143,31	0,03	0,49	107,48	0,02	0,30	85,98	0,02	0,20
3.000	257,95	0,05	1,37	171,97	0,04	0,67	128,98	0,03	0,41	103,18	0,02	0,27
3.500	300,95	0,06	1,79	200,63	0,04	0,88	150,47	0,03	0,53	120,38	0,03	0,36
4.000	343,94	0,07	2,26	229,29	0,05	1,11	171,97	0,04	0,67	137,58	0,03	0,45
4.500	386,93	0,08	2,78	257,95	0,05	1,37	193,47	0,04	0,83	154,77	0,03	0,56
5.000	429,92	0,09	3,34	286,62	0,06	1,64	214,96	0,05	0,99	171,97	0,04	0,67
5.500	472,91	0,10	3,95	315,28	0,07	1,94	236,46	0,05	1,17	189,17	0,04	0,79
6.000	515,91	0,11	4,60	343,94	0,07	2,26	257,95	0,05	1,37	206,36	0,04	0,92
6.500	558,90	0,12	5,29	372,60	0,08	2,60	279,45	0,06	1,57	223,56	0,05	1,06
7.000	601,89	0,13	6,02	401,26	0,08	2,96	300,95	0,06	1,79	240,76	0,05	1,21
7.500	644,88	0,14	6,79	429,92	0,09	3,34	322,44	0,07	2,02	257,95	0,05	1,37
8.000	687,88	0,15	7,60	458,58	0,10	3,74	343,94	0,07	2,26	275,15	0,06	1,53
8.500	730,87	0,15	8,45	487,25	0,10	4,16	365,43	0,08	2,51	292,35	0,06	1,70
9.000	773,86	0,16	9,34	515,91	0,11	4,60	386,93	0,08	2,78	309,54	0,07	1,88
9.500	816,85	0,17	10,27	544,57	0,12	5,05	408,43	0,09	3,05	326,74	0,07	2,07
10.000	859,85	0,18	11,24	573,23	0,12	5,53	429,92	0,09	3,34	343,94	0,07	2,26
11.000	945,83	0,20	13,28	630,55	0,13	6,53	472,91	0,10	3,95	378,33	0,08	2,67
12.000	1.031,81	0,22	15,46	687,88	0,15	7,60	515,91	0,11	4,60	412,73	0,09	3,11
13.000	1.117,80	0,24	17,78	745,20	0,16	8,75	558,90	0,12	5,29	447,12	0,09	3,58
14.000	1.203,78	0,25	20,25	802,52	0,17	9,96	601,89	0,13	6,02	481,51	0,10	4,07
15.000	1.289,77	0,27	22,84	859,85	0,18	11,24	644,88	0,14	6,79	515,91	0,11	4,60
16.000	1.375,75	0,29	25,58	917,17	0,19	12,58	687,88	0,15	7,60	550,30	0,12	5,15
17.000	1.461,74	0,31	28,44	974,49	0,21	13,99	730,87	0,15	8,45	584,69	0,12	5,72
18.000	1.547,72	0,33	31,43	1.031,81	0,22	15,46	773,86	0,16	9,34	619,09	0,13	6,32
19.000	1.633,71	0,35	34,55	1.089,14	0,23	16,99	816,85	0,17	10,27	653,48	0,14	6,95
20.000	1.719,69	0,36	37,79	1.146,46	0,24	18,59	859,85	0,18	11,24	687,88	0,15	7,60
21.000	1.805,67	0,38	41,16	1.203,78	0,25	20,25	902,84	0,19	12,24	722,27	0,15	8,28
22.000	1.891,66	0,40	44,65	1.261,11	0,27	21,96	945,83	0,20	13,28	756,66	0,16	8,98
23.000	1.977,64	0,42	48,27	1.318,43	0,28	23,74	988,82	0,21	14,35	791,06	0,17	9,71
24.000	2.063,63	0,44	52,00	1.375,75	0,29	25,58	1.031,81	0,22	15,46	825,45	0,17	10,46
25.000	2.149,61	0,45	55,85	1.433,08	0,30	27,47	1.074,81	0,23	16,60	859,85	0,18	11,24
26.000	2.235,60	0,47	59,82	1.490,40	0,32	29,42	1.117,80	0,24	17,78	894,24	0,19	12,03
27.000	2.321,58	0,49	63,90	1.547,72	0,33	31,43	1.160,79	0,25	19,00	928,63	0,20	12,86
28.000	2.407,57	0,51	68,10	1.605,04	0,34	33,50	1.203,78	0,25	20,25	963,03	0,20	13,70
29.000	2.493,55	0,53	72,41	1.662,37	0,35	35,62	1.246,78	0,26	21,53	997,42	0,21	14,57
30.000	2.579,54	0,55	76,84	1.719,69	0,36	37,79	1.289,77	0,27	22,84	1.031,81	0,22	15,46
31.000	2.665,52	0,56	81,38	1.777,01	0,38	40,03	1.332,76	0,28	24,19	1.066,21	0,23	16,37
32.000	2.751,50	0,58	86,03	1.834,34	0,39	42,31	1.375,75	0,29	25,58	1.100,60	0,23	17,31
33.000	2.837,49	0,60	90,79	1.891,66	0,40	44,65	1.418,74	0,30	26,99	1.135,00	0,24	18,27

## Perdite di carico dei tubi diametro 52 x 5,65 a 60° C [Tubo Stabil 50]

Salto termico	10 K			15 K			20 K			25 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
34.000	2.923,47	0,62	95,66	1.948,98	0,41	47,05	1.461,74	0,31	28,44	1.169,39	0,25	19,25
35.000	3.009,46	0,64	100,64	2.006,31	0,42	49,50	1.504,73	0,32	29,92	1.203,78	0,25	20,25
36.000	3.095,44	0,65	105,72	2.063,63	0,44	52,00	1.547,72	0,33	31,43	1.238,18	0,26	21,27
37.000	3.181,43	0,67	110,91	2.120,95	0,45	54,55	1.590,71	0,34	32,97	1.272,57	0,27	22,31
38.000	3.267,41	0,69	116,21	2.178,27	0,46	57,16	1.633,71	0,35	34,55	1.306,96	0,28	23,38
39.000	3.353,40	0,71	121,62	2.235,60	0,47	59,82	1.676,70	0,35	36,16	1.341,36	0,28	24,47
40.000	3.439,38	0,73	127,13	2.292,92	0,48	62,53	1.719,69	0,36	37,79	1.375,75	0,29	25,58
41.000	3.525,37	0,75	132,74	2.350,24	0,50	65,29	1.762,68	0,37	39,46	1.410,15	0,30	26,71
42.000	3.611,35	0,76	138,46	2.407,57	0,51	68,10	1.805,67	0,38	41,16	1.444,54	0,31	27,86
43.000	3.697,33	0,78	144,28	2.464,89	0,52	70,96	1.848,67	0,39	42,89	1.478,93	0,31	29,03
44.000	3.783,32	0,80	150,20	2.522,21	0,53	73,88	1.891,66	0,40	44,65	1.513,33	0,32	30,22
45.000	3.869,30	0,82	156,23	2.579,54	0,55	76,84	1.934,65	0,41	46,45	1.547,72	0,33	31,43
46.000	3.955,29	0,84	162,35	2.636,86	0,56	79,85	1.977,64	0,42	48,27	1.582,12	0,33	32,66
47.000	4.041,27	0,85	168,58	2.694,18	0,57	82,92	2.020,64	0,43	50,12	1.616,51	0,34	33,92
48.000	4.127,26	0,87	174,91	2.751,50	0,58	86,03	2.063,63	0,44	52,00	1.650,90	0,35	35,19
49.000	4.213,24	0,89	181,33	2.808,83	0,59	89,19	2.106,62	0,45	53,91	1.685,30	0,36	36,48
50.000	4.299,23	0,91	187,86	2.866,15	0,61	92,40	2.149,61	0,45	55,85	1.719,69	0,36	37,79
55.000	4.729,15	1,00	221,95	3.152,77	0,67	109,17	2.364,57	0,50	65,99	1.891,66	0,40	44,65
60.000				3.439,38	0,73	127,13	2.579,54	0,55	76,84	2.063,63	0,44	52,00
65.000				3.726,00	0,79	146,24	2.794,50	0,59	88,39	2.235,60	0,47	59,82
70.000				4.012,61	0,85	166,49	3.009,46	0,64	100,64	2.407,57	0,51	68,10
75.000				4.299,23	0,91	187,86	3.224,42	0,68	113,55	2.579,54	0,55	76,84
80.000				4.585,84	0,97	210,32	3.439,38	0,73	127,13	2.751,50	0,58	86,03
85.000				4.872,46	1,03	233,86	3.654,34	0,77	141,35	2.923,47	0,62	95,66
90.000							3.869,30	0,82	156,23	3.095,44	0,65	105,72
95.000							4.084,26	0,86	171,73	3.267,41	0,69	116,21
100.000							4.299,23	0,91	187,86	3.439,38	0,73	127,13
105.000							4.514,19	0,95	204,60	3.611,35	0,76	138,46
110.000							4.729,15	1,00	221,95	3.783,32	0,80	150,20
115.000										3.955,29	0,84	162,35
120.000										4.127,26	0,87	174,91
125.000										4.299,23	0,91	187,86
130.000										4.471,20	0,95	201,20
135.000										4.643,16	0,98	214,94
140.000										4.815,13	1,02	229,07



### Perdite di carico dei tubi diametro 63 x 6,0 a 60° C [Tubo Stabil 63]

Salto termico	10 K			15 K			20 K			25 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
100	8,60	0,00	0,00	5,73	0,00	0,00	4,30	0,00	0,00	3,44	0,00	0,00
200	17,20	0,00	0,00	11,46	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	6,88	0,00	0,00
300	25,80	0,00	0,01	17,20	0,00	0,00	12,90	0,00	0,00	10,32	0,00	0,00
400	34,39	0,01	0,01	22,93	0,00	0,01	17,20	0,00	0,00	13,76	0,00	0,00
500	42,99	0,01	0,02	28,66	0,00	0,01	21,50	0,00	0,01	17,20	0,00	0,00
1.000	85,98	0,01	0,07	57,32	0,01	0,03	42,99	0,01	0,02	34,39	0,01	0,01
1.500	128,98	0,02	0,14	85,98	0,01	0,07	64,49	0,01	0,04	51,59	0,01	0,03
2.000	171,97	0,02	0,24	114,65	0,02	0,12	85,98	0,01	0,07	68,79	0,01	0,05
2.500	214,96	0,03	0,35	143,31	0,02	0,17	107,48	0,01	0,10	85,98	0,01	0,07
3.000	257,95	0,04	0,48	171,97	0,02	0,24	128,98	0,02	0,14	103,18	0,01	0,10
3.500	300,95	0,04	0,63	200,63	0,03	0,31	150,47	0,02	0,19	120,38	0,02	0,13
4.000	343,94	0,05	0,79	229,29	0,03	0,39	171,97	0,02	0,24	137,58	0,02	0,16
4.500	386,93	0,05	0,97	257,95	0,04	0,48	193,47	0,03	0,29	154,77	0,02	0,20
5.000	429,92	0,06	1,17	286,62	0,04	0,58	214,96	0,03	0,35	171,97	0,02	0,24
5.500	472,91	0,06	1,38	315,28	0,04	0,68	236,46	0,03	0,41	189,17	0,03	0,28
6.000	515,91	0,07	1,61	343,94	0,05	0,79	257,95	0,04	0,48	206,36	0,03	0,32
6.500	558,90	0,08	1,85	372,60	0,05	0,91	279,45	0,04	0,55	223,56	0,03	0,37
7.000	601,89	0,08	2,11	401,26	0,05	1,04	300,95	0,04	0,63	240,76	0,03	0,42
7.500	644,88	0,09	2,38	429,92	0,06	1,17	322,44	0,04	0,71	257,95	0,04	0,48
8.000	687,88	0,09	2,67	458,58	0,06	1,31	343,94	0,05	0,79	275,15	0,04	0,54
8.500	730,87	0,10	2,96	487,25	0,07	1,46	365,43	0,05	0,88	292,35	0,04	0,60
9.000	773,86	0,11	3,28	515,91	0,07	1,61	386,93	0,05	0,97	309,54	0,04	0,66
9.500	816,85	0,11	3,60	544,57	0,07	1,77	408,43	0,06	1,07	326,74	0,04	0,72
10.000	859,85	0,12	3,94	573,23	0,08	1,94	429,92	0,06	1,17	343,94	0,05	0,79
11.000	945,83	0,13	4,65	630,55	0,09	2,29	472,91	0,06	1,38	378,33	0,05	0,94
12.000	1.031,81	0,14	5,42	687,88	0,09	2,67	515,91	0,07	1,61	412,73	0,06	1,09
13.000	1.117,80	0,15	6,23	745,20	0,10	3,07	558,90	0,08	1,85	447,12	0,06	1,25
14.000	1.203,78	0,16	7,10	802,52	0,11	3,49	601,89	0,08	2,11	481,51	0,07	1,43
15.000	1.289,77	0,18	8,01	859,85	0,12	3,94	644,88	0,09	2,38	515,91	0,07	1,61
16.000	1.375,75	0,19	8,97	917,17	0,12	4,41	687,88	0,09	2,67	550,30	0,07	1,80
17.000	1.461,74	0,20	9,97	974,49	0,13	4,90	730,87	0,10	2,96	584,69	0,08	2,01
18.000	1.547,72	0,21	11,02	1.031,81	0,14	5,42	773,86	0,11	3,28	619,09	0,08	2,22
19.000	1.633,71	0,22	12,11	1.089,14	0,15	5,96	816,85	0,11	3,60	653,48	0,09	2,44
20.000	1.719,69	0,23	13,25	1.146,46	0,16	6,52	859,85	0,12	3,94	687,88	0,09	2,67
21.000	1.805,68	0,25	14,43	1.203,78	0,16	7,10	902,84	0,12	4,29	722,27	0,10	2,90
22.000	1.891,66	0,26	15,65	1.261,11	0,17	7,70	945,83	0,13	4,65	756,66	0,10	3,15
23.000	1.977,64	0,27	16,92	1.318,43	0,18	8,32	988,82	0,13	5,03	791,06	0,11	3,40
24.000	2.063,63	0,28	18,23	1.375,75	0,19	8,97	1.031,81	0,14	5,42	825,45	0,11	3,67
25.000	2.149,61	0,29	19,58	1.433,08	0,19	9,63	1.074,81	0,15	5,82	859,85	0,12	3,94
26.000	2.235,60	0,30	20,97	1.490,40	0,20	10,31	1.117,80	0,15	6,23	894,24	0,12	4,22
27.000	2.321,58	0,32	22,40	1.547,72	0,21	11,02	1.160,79	0,16	6,66	928,63	0,13	4,51
28.000	2.407,57	0,33	23,87	1.605,04	0,22	11,74	1.203,78	0,16	7,10	963,03	0,13	4,80
29.000	2.493,55	0,34	25,38	1.662,37	0,23	12,49	1.246,78	0,17	7,55	997,42	0,14	5,11
30.000	2.579,54	0,35	26,94	1.719,69	0,23	13,25	1.289,77	0,18	8,01	1.031,81	0,14	5,42
31.000	2.665,52	0,36	28,53	1.777,01	0,24	14,03	1.332,76	0,18	8,48	1.066,21	0,15	5,74
32.000	2.751,50	0,37	30,16	1.834,34	0,25	14,83	1.375,75	0,19	8,97	1.100,60	0,15	6,07
33.000	2.837,49	0,39	31,82	1.891,66	0,26	15,65	1.418,74	0,19	9,46	1.135,00	0,15	6,40
34.000	2.923,47	0,40	33,53	1.948,98	0,27	16,49	1.461,74	0,20	9,97	1.169,39	0,16	6,75
35.000	3.009,46	0,41	35,28	2.006,31	0,27	17,35	1.504,73	0,20	10,49	1.203,78	0,16	7,10
36.000	3.095,44	0,42	37,06	2.063,63	0,28	18,23	1.547,72	0,21	11,02	1.238,18	0,17	7,46
37.000	3.181,43	0,43	38,88	2.120,95	0,29	19,12	1.590,71	0,22	11,56	1.272,57	0,17	7,82
38.000	3.267,41	0,44	40,74	2.178,27	0,30	20,04	1.633,71	0,22	12,11	1.306,96	0,18	8,20
39.000	3.353,40	0,46	42,63	2.235,60	0,30	20,97	1.676,70	0,23	12,67	1.341,36	0,18	8,58
40.000	3.439,38	0,47	44,56	2.292,92	0,31	21,92	1.719,69	0,23	13,25	1.375,75	0,19	8,97
41.000	3.525,37	0,48	46,53	2.350,24	0,32	22,89	1.762,68	0,24	13,83	1.410,15	0,19	9,36
42.000	3.611,35	0,49	48,53	2.407,57	0,33	23,87	1.805,68	0,25	14,43	1.444,54	0,20	9,76

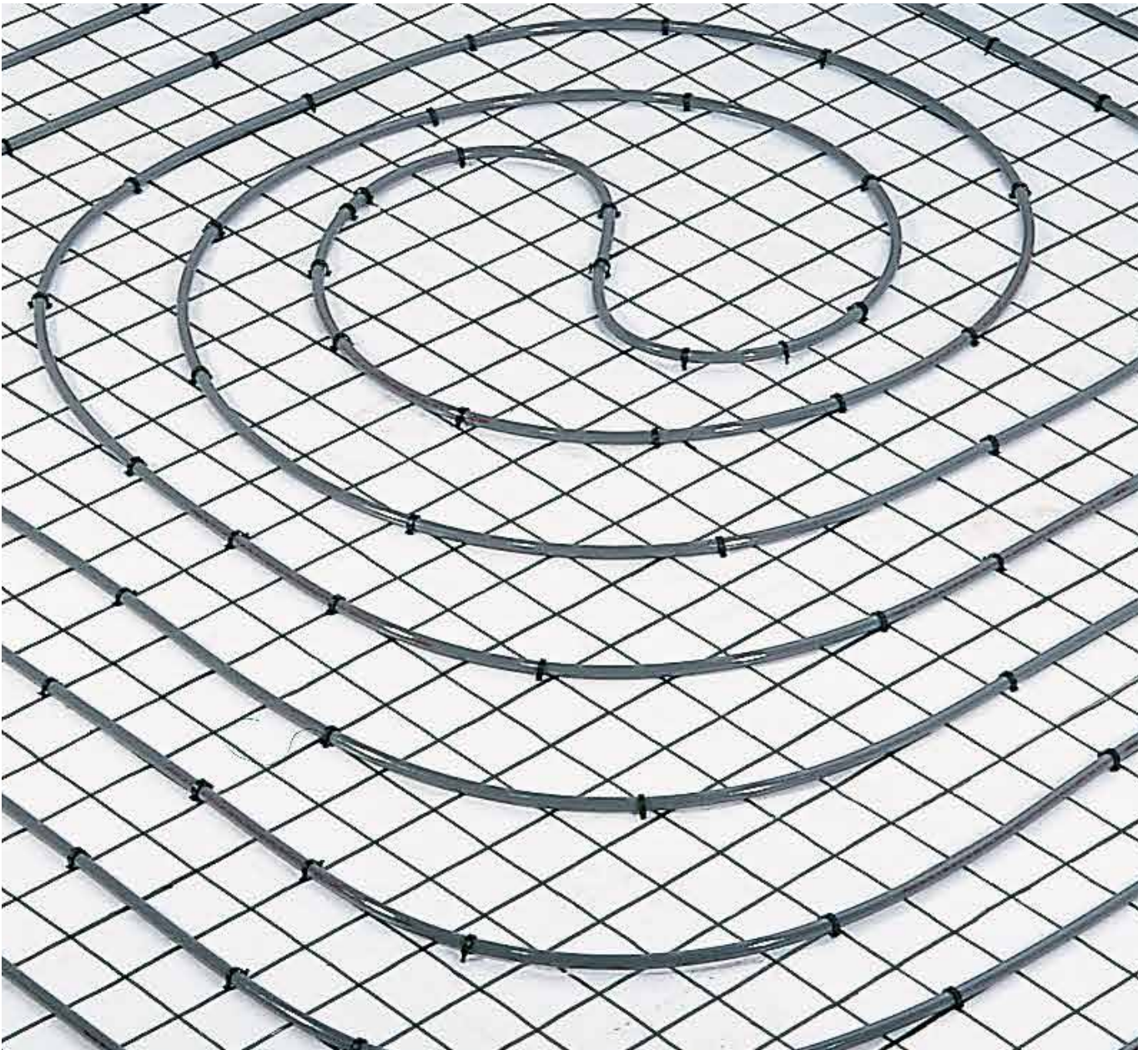


## Perdite di carico dei tubi diametro 63 x 6,0 a 60° C [Tubo Stabil 63]

Salto termico Potenza [W]	10 K			15 K			20 K			25 K		
	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]
43.000	3.697,33	0,50	50,57	2.464,89	0,34	24,88	1.848,67	0,25	15,04	1.478,93	0,20	10,17
44.000	3.783,32	0,51	52,65	2.522,21	0,34	25,90	1.891,66	0,26	15,65	1.513,33	0,21	10,59
45.000	3.869,30	0,53	54,76	2.579,54	0,35	26,94	1.934,65	0,26	16,28	1.547,72	0,21	11,02
46.000	3.955,29	0,54	56,91	2.636,86	0,36	27,99	1.977,64	0,27	16,92	1.582,12	0,22	11,45
47.000	4.041,27	0,55	59,09	2.694,18	0,37	29,06	2.020,64	0,27	17,57	1.616,51	0,22	11,89
48.000	4.127,26	0,56	61,31	2.751,50	0,37	30,16	2.063,63	0,28	18,23	1.650,90	0,22	12,33
49.000	4.213,24	0,57	63,56	2.808,83	0,38	31,26	2.106,62	0,29	18,90	1.685,30	0,23	12,79
50.000	4.299,23	0,58	65,85	2.866,15	0,39	32,39	2.149,61	0,29	19,58	1.719,69	0,23	13,25
55.000	4.729,15	0,64	77,80	3.152,77	0,43	38,27	2.364,57	0,32	23,13	1.891,66	0,26	15,65
60.000	5.159,07	0,70	90,60	3.439,38	0,47	44,56	2.579,54	0,35	26,94	2.063,63	0,28	18,23
65.000	5.588,99	0,76	104,22	3.726,00	0,51	51,26	2.794,50	0,38	30,99	2.235,60	0,30	20,97
70.000	6.018,92	0,82	118,65	4.012,61	0,55	58,36	3.009,46	0,41	35,28	2.407,57	0,33	23,87
75.000	6.448,84	0,88	133,88	4.299,23	0,58	65,85	3.224,42	0,44	39,80	2.579,54	0,35	26,94
80.000	6.878,76	0,94	149,89	4.585,84	0,62	73,72	3.439,38	0,47	44,56	2.751,50	0,37	30,16
85.000	7.308,68	0,99	166,66	4.872,46	0,66	81,97	3.654,34	0,50	49,55	2.923,47	0,40	33,53
90.000	7.738,61	1,05	184,20	5.159,07	0,70	90,60	3.869,30	0,53	54,76	3.095,44	0,42	37,06
95.000				5.445,69	0,74	99,59	4.084,26	0,56	60,20	3.267,41	0,44	40,74
100.000				5.732,30	0,78	108,94	4.299,23	0,58	65,85	3.439,38	0,47	44,56
105.000				6.018,92	0,82	118,65	4.514,19	0,61	71,72	3.611,35	0,49	48,53
110.000				6.305,53	0,86	128,72	4.729,15	0,64	77,80	3.783,32	0,51	52,65
115.000				6.592,15	0,90	139,13	4.944,11	0,67	84,10	3.955,29	0,54	56,91
120.000				6.878,76	0,94	149,89	5.159,07	0,70	90,60	4.127,26	0,56	61,31
125.000				7.165,38	0,97	160,99	5.374,03	0,73	97,31	4.299,23	0,58	65,85
130.000				7.451,99	1,01	172,42	5.588,99	0,76	104,22	4.471,20	0,61	70,53
135.000							5.803,96	0,79	111,34	4.643,16	0,63	75,34
140.000							6.018,92	0,82	118,65	4.815,13	0,65	80,29
145.000							6.233,88	0,85	126,17	4.987,10	0,68	85,38
150.000							6.448,84	0,88	133,88	5.159,07	0,70	90,60
155.000							6.663,80	0,91	141,79	5.331,04	0,73	95,95
160.000							6.878,76	0,94	149,89	5.503,00	0,75	101,43
165.000							7.093,72	0,96	158,18	5.674,98	0,77	107,04
170.000							7.308,68	0,99	166,66	5.846,95	0,80	112,78
175.000							7.523,65	1,02	175,34	6.018,92	0,82	118,65
180.000										6.190,89	0,84	124,65
185.000										6.362,85	0,87	130,77
190.000										6.534,82	0,89	137,02
195.000										6.706,79	0,91	143,39
200.000										6.878,76	0,94	149,89
205.000										7.050,73	0,96	156,51
210.000										7.222,70	0,98	163,25
215.000										7.394,67	1,01	170,11



# IMPIANTI DI RISCALDAMENTO A PAVIMENTO **RAP**



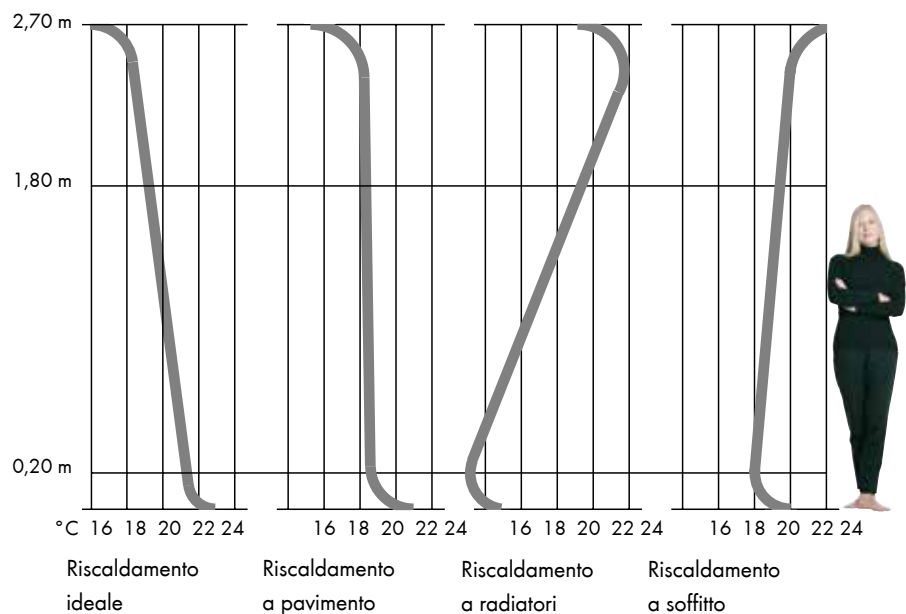
## Nozioni generali

Un impianto a pannelli radianti è un sistema di riscaldamento a bassa temperatura che rilascia il calore attraverso superfici riscaldate, ad es. attraverso il pavimento. La produzione del calore potrà essere effettuata da qualsiasi sistema di riscaldamento a bassa temperatura per l'acqua calda. Dal momento che nel riscaldamento a pannelli radianti la trasmissione del calore avviene soprattutto per irraggiamento, le temperature del sistema possono essere mantenute molto basse. Il consumo energetico è quindi inferiore rispetto ai sistemi di riscaldamento tradizionali, con conseguente riduzione delle emissioni e dunque dell'inquinamento ambientale. Il riscaldamento a pavimento consente di impiegare le più moderne tecnologie di produzione del calore (ad es. caldaie a condensazione, pompe di calore ecc.) garantendo un efficace utilizzo dell'energia che porta quindi ad un notevole risparmio dei costi di gestione.

Un particolare vantaggio degli impianti a pannelli radianti consiste nella cosiddetta autoregolazione, che si verifica indipendentemente dal dispositivo di regolazione per singolo ambiente previsto dalla legge. La quantità di energia rilasciata dipende dalla differenza tra la temperatura della superficie riscaldante e quella dell'ambiente. Se la temperatura dell'ambiente si avvicina a quella della superficie riscaldante, ad es. attraverso irradiazione solare, il rilascio di calore diminuisce in virtù dell'effetto di autoregolazione.

### Riscaldamento a pavimento

Il comfort ambientale è sinonimo di benessere psicofisico e dipende dalla temperatura ambiente e dalla distribuzione uniforme del calore, oltre che dalla velocità e dall'umidità dell'aria e dalla temperatura delle superfici circostanti. La proporzione tra convezione ed irraggiamento durante il rilascio del calore, influenza la maggior parte di questi fattori. La parte di emissione per irraggiamento in caso di riscaldamento a pavimento corrisponde circa al 50% dell'emissione termica totale. Di



conseguenza la temperatura media superficiale del pavimento e delle pareti risulta superiore alla temperatura ambiente. Rispetto ai sistemi di riscaldamento tradizionali la temperatura ambiente potrà quindi essere abbassata di 1-2°C, mantenendo inalterato il comfort ambientale percepito.

Un impianto di riscaldamento a pavimento fa percepire il calore in maniera particolarmente gradevole. Dal momento che il riscaldamento a pavimento dispone di una superficie di scambio termico piuttosto estesa, viene a crearsi un clima interno confortevole, mantenendo comunque bassa la temperatura media dell'impianto di riscaldamento. Sulla base di specifici studi è stata definita la curva ideale di benessere termico dal punto di vista psicofisico, in relazione alla distribuzione della temperatura all'interno di un ambiente. Il profilo di temperatura del riscaldamento a pavimento risulta quello più vicino alla curva ideale di benessere termico (vedi schema sopra).

### Vantaggi degli impianti a pannelli radianti

- Ridotti costi di gestione, grazie al risparmio energetico portato dalle minori temperature ambiente possibili
- Maggiore benessere termico, grazie all'elevata percentuale di riscaldamento emesso tramite irraggiamento
- Minori dispersioni termiche lungo le tubazioni, grazie alle basse temperature del fluido di riscaldamento
- Completa disponibilità degli spazi per l'arredo, senza fastidiosi ed ingombranti corpi scaldanti
- Possibilità di impiegare temperature operanti molto basse, rendendo quindi ottima la combinazione dell'impianto a pavimento con caldaie a condensazione, pompe di calore ed impianti solari
- Nessun trasporto e movimentazione di polvere provocato dalla circolazione dell'aria, che può essere causa di allergie e difficoltà respiratorie
- Prevenzione dall'insorgere di muffe e dal degrado degli intonaci, provocato da condensa
- Effetto di autoregolazione

## Diffusione dell'ossigeno

Tutti i tubi in materiale plastico impiegati per il riscaldamento devono essere impermeabili all'ossigeno secondo le norme DIN 4726 (per tubi in PE-X) e DIN 4724 (per tubi in PE-MDX). Tali norme stabiliscono un valore limite per la diffusione dell'ossigeno pari a 0,1 g di ossigeno per m<sup>3</sup> di acqua di riscaldamento al giorno, ad una temperatura dell'acqua di 40°C. I tubi RAP sono al di sotto di questo valore massimo, mentre i tubi Stabil sono impermeabili all'ossigeno al 100%.

Di conseguenza tutte e due le tipologie di tubo sono idonee per l'installazione di impianti di riscaldamento a pavimento alimentati ad acqua calda.

## Tipologie di posa dei tubi

Ogni locale da riscaldare deve essere alimentato con uno o più circuiti specificatamente riservati. In questo modo sarà possibile la regolazione autonoma della temperatura ambiente del singolo locale.

La posa dei tubi di riscaldamento a pavimento può essere realizzata sostanzialmente con due tecniche:

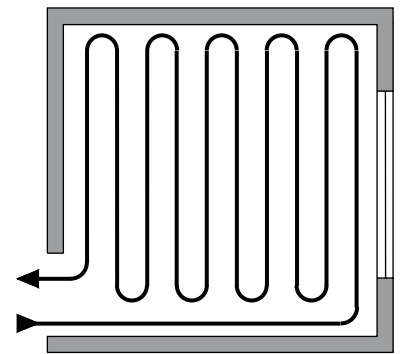
- Lo sviluppo "a serpentino"
- Lo sviluppo "a spirale" (o "a chiocciola")

Nel caso dello sviluppo a serpentino si dovrà tener conto di una sensibile differenza di temperatura superficiale del pavimento tra mandata e ritorno. Tuttavia se il tubo di mandata viene posato sul lato del maggiore fabbisogno termico (generalmente la parete esterna) questa caratteristica potrà diventare un vantaggio. La posa a serpentino è consigliata nei locali a forma irregolare.

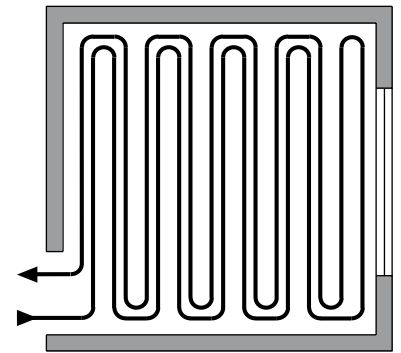
Lo sviluppo a serpentino doppio può compensare gli svantaggi della differenza di temperatura, alternando i tubi di mandata e di ritorno del riscaldamento a pavimento. Il flusso di calore aumenta, dal momento che le tubazioni potranno essere posate mantenendo distanze minori rispetto a quelle consentite dalla posa a serpentino semplice.

In caso di sviluppo a spirale, la temperatura superficiale del pavimento risulta uniforme, dal momento che i tubi di mandata e di ritorno sono posizionati in modo alterno, garantendo così un'adeguata compensazione termica. In generale la posa a spirale con curve a 90° (tranne le due centrali a 180°) è più facile da realizzare che la posa a serpentino con curve a 180°.

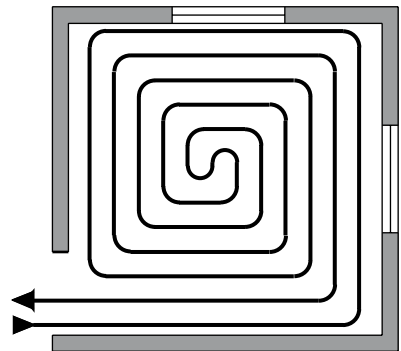
Le due tecniche di posa principali sopra descritte possono essere anche combinate fra loro. Nello stesso locale, ad esempio, può essere utilizzato inizialmente lo sviluppo a serpentino nella zona perimetrale e quello a spirale nella zona soggiornale.



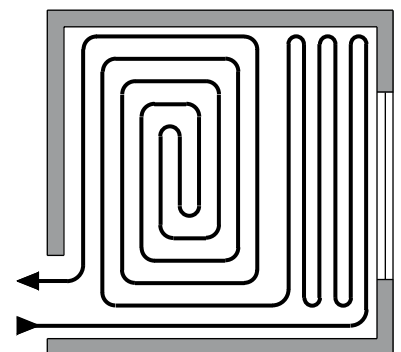
Sviluppo a serpentino



Sviluppo a serpentino doppia



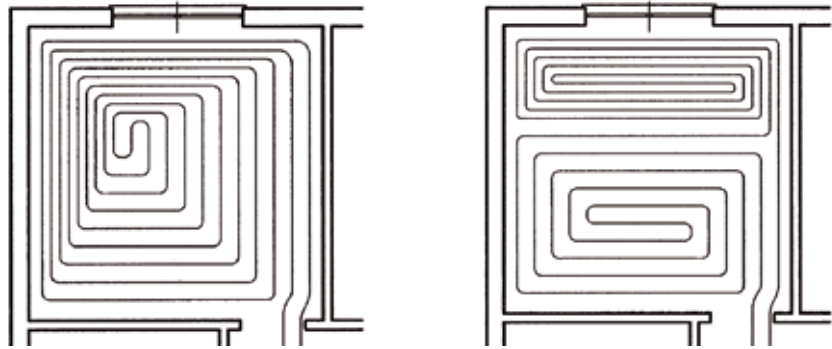
Sviluppo a spirale (o a chiocciola)



Sviluppo combinato

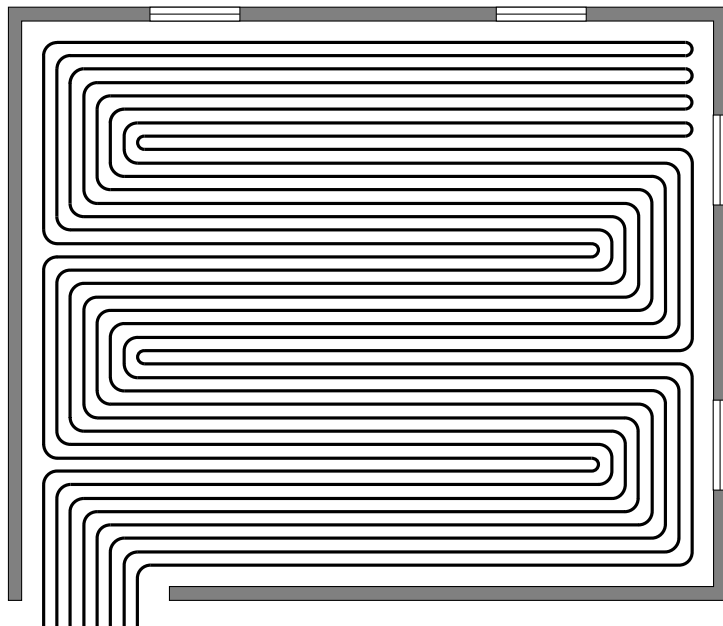


Lo sviluppo a spirale con passo di posa misto è utile per contrastare la presenza di una forte dispersione termica ad esempio in caso di pareti esterne con o senza superfici vetrate.



Sviluppo a spirale con passo misto

In caso di grandi superfici (ad es. capannoni, palestre ecc.) consigliamo di posare tutti i circuiti di riscaldamento con sviluppo a serpentino. In questo modo si garantisce una distribuzione equa del calore ed il bilanciamento idraulico risulta superfluo, dal momento che la lunghezza di tutti i circuiti risulta identica.



Riscaldamento di grandi superfici

## Temperatura superficiale del pavimento

Per evitare possibili disturbi agli arti inferiori e condizioni di malessere fisiologico, la norma UNI EN 1264-2 fissa i valori massimi relativi alla temperatura superficiale del pavimento, secondo tre tipologie di zona riscaldata: zone soggiornali, bagni o simili e zone perimetrali.

Per zona soggiornale si intende l'area della superficie riscaldata dove le persone soggiornano stabilmente o comunque per lunghi periodi. Nelle zone soggiornali la temperatura superficiale massima del pavimento non può essere superiore a 29°C. Solamente nei locali adibiti

a bagni o simili detta temperatura può essere aumentata fino ad un massimo di 33°C.

Viene definita zona perimetrale una striscia di superficie avente larghezza massima di 1 metro posta generalmente lungo tutte le pareti esterne con o senza superfici vetrate, dove le persone non soggiornano stabilmente. Nelle zone perimetrali la temperatura superficiale massima del pavimento non può essere superiore a 35°C.

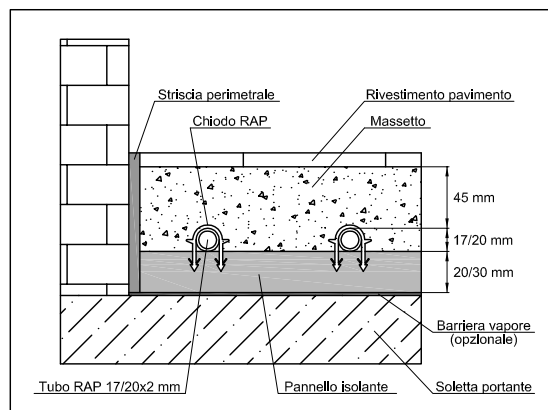
Una maggiore temperatura superficiale del pavimento si potrà ottenere diminuendo la distanza tra i tubi (passo di posa) nelle zone interessate. Tuttavia un passo di posa inferiore a 10 cm comporterebbe un aumento insignificante della densità del flusso termico (resa termica), considerando l'elevata quantità di tubo impiegato. Un passo di posa superiore a 20 cm non è consigliabile, in quanto comporterebbe sgradevoli differenze di temperatura sulla superficie del pavimento.

# Breve descrizione dei sistemi di riscaldamento a pavimento RAP

## Sistema Tacker

In questo sistema le tubazioni vengono fissate direttamente sulla pellicola di copertura dei pannelli isolanti mediante l'utilizzo dei chiodi di fissaggio RAP, per poi essere completamente ricoperte dal massetto umido. Questo sistema di installazione corrisponde alla tipologia costruttiva A secondo la norma UNI EN 1264-2. I chiodi di fissaggio RAP vengono applicati sopra le tubazioni con l'utilizzo della macchina inchiodatrice, che permette di ancorarli immediatamente sotto la pellicola di copertura dei pannelli isolanti. Come strato isolante può essere utilizzato il **pannello termoisolante in rotolo** (art. 0878 900 766/767), rivestito da pellicola alluminizzata con tracciatura a griglia 50x50 mm, nonché il **pannello liscio in lastre** (art. 0878 900 710/711), rivestito da pellicola in PS con tracciatura a croce ogni 100 mm. Entrambi i pannelli sono in polistirene espanso a celle chiuse e marcati CE secondo la norma UNI EN 13163.

- Libertà di scelta della tipologia e del passo di posa, nonché della direzione dei tubi
- Resa termica elevata, in quanto i tubi vengono avvolti dal massetto
- Possibilità di installazione anche del tubo RAP 20
- Particolarmente indicato per superfici di media grandezza e/o complicate
- Semplice incastro a sovrapposizione della pellicola su 1 lato per i pannelli in rotolo, nonché ad incastro mediante scanalature maschio/femmina sul perimetro per i pannelli in lastre
- Posizione dell'isolante povera di scarti (solo il 3% circa)
- Possibilità di elevati carichi sul pavimento (EPS 200)

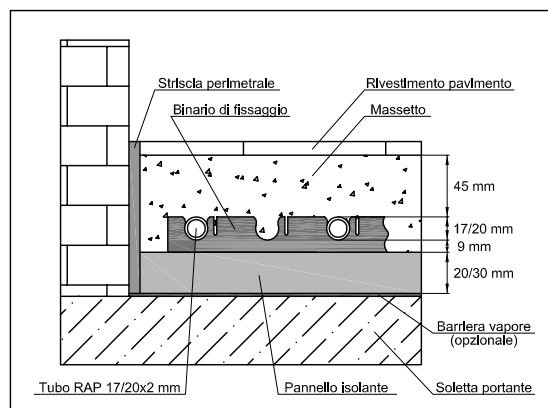


Sezione Sistema Tacker

## Sistema Binario

In questo sistema le tubazioni vengono fissate a dei binari scanalati in PVC, che dovranno essere precedentemente applicati sulla pellicola di copertura dei pannelli isolanti per mezzo della loro base autoadesiva. Le tubazioni verranno poi completamente ricoperte dal massetto umido. Questo sistema di installazione corrisponde alla tipologia costruttiva A secondo la norma UNI EN 1264-2. Per essere fissate, le tubazioni vengono premute nelle scanalature alla distanza desiderata (secondo il passo di posa). Nelle zone di curvatura i tubi possono essere ulteriormente fissati con alcuni chiodi di fissaggio RAP. Come strato isolante può essere utilizzato il **pannello termoisolante in rotolo** (art. 0878 900 766/767), rivestito da pellicola alluminizzata con tracciatura a griglia 50x50 mm, nonché il **pannello liscio in lastre** (art. 0878 900 710/711), rivestito da pellicola in PS con tracciatura a croce ogni 100 mm. Entrambi i pannelli sono in polistirene espanso a celle chiuse e marcati CE secondo la norma UNI EN 13163.

- Posizione delle tubazioni a serpentina (posa a spirale difficoltosa)
- Resa termica elevata, in quanto i tubi vengono avvolti dal massetto
- Possibilità di installazione anche del tubo RAP 20
- Particolarmente indicato per grandi superfici
- Semplice giunzione tra i pannelli isolanti mediante sovrapposizione della pellicola su 1 lato per i pannelli in rotolo, nonché ad incastro mediante scanalature maschio/femmina sul perimetro per i pannelli in lastre
- Posizione dell'isolante povera di scarti (solo il 3% circa)
- Fissaggio semplice e rapido dei tubi
- Possibilità di elevati carichi sul pavimento (EPS 200)



Sezione Sistema Binario

## Sistema Bugnato Standard

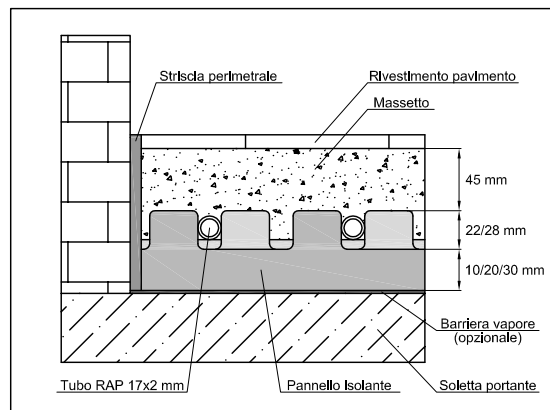
In questo sistema le tubazioni vengono incastrate, mediante pressione, tra le bugne che compongono parte integrante dei pannelli isolanti, senza bisogno di utilizzare ulteriori mezzi di fissaggio.

Le tubazioni verranno poi completamente ricoperte dal massetto umido. Questo sistema di installazione corrisponde alla tipologia costruttiva A secondo la norma UNI EN 1264-2. Lo strato isolante utilizzato è il **pannello termoisolante sagomato di colore rosso** (art. 0878 900 709/712/755) in polistirene espanso a celle chiuse marcato CE secondo la norma UNI EN 13163 rivestito a caldo con una pellicola di PS compatto antiurto con passo di posa 50 mm e multipli.

- Il pannello bugnato funge sia da isolamento che da fissaggio dei tubi, il tutto in un'unica fase di lavoro
- Fissaggio semplice e rapido dei tubi

- Pellicola di copertura del pannello resistente al calpestio ed impermeabile al massetto
- Semplice incastro tra i pannelli isolanti mediante scanalature maschio/femmina sul perimetro
- Resa termica elevata, in quanto i tubi vengono avvolti dal massetto

- Passo di posa minimo dei tubi di 50 mm definito dalla sagomatura stessa del pannello
- Posa rettilinea e precisa delle tubazioni
- Possibilità di elevati carichi sul pavimento (EPS 200/250)



Sezione sistema Bugnato Standard

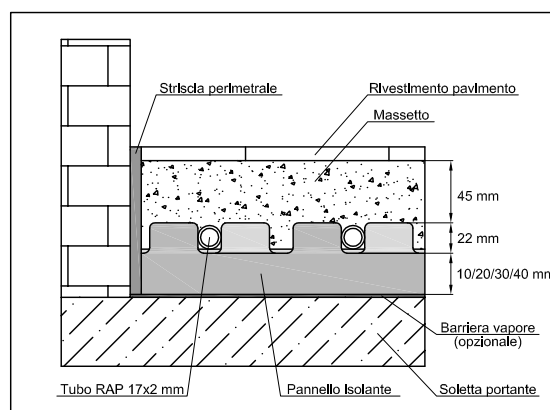
## Sistema Bugnato Top

In questo sistema le tubazioni vengono incastrate, mediante pressione, tra le bugne che compongono parte integrante dei pannelli isolanti, senza bisogno di utilizzare ulteriori mezzi di fissaggio. Le tubazioni verranno poi completamente ricoperte dal massetto umido. Questo sistema di installazione corrisponde alla tipologia costruttiva A secondo la norma UNI EN 1264-2. Lo strato isolante utilizzato è il **pannello isolante con pellicola rigida di colore nero** (art. 0878 900 115/116/117/118) in polistirene espanso a celle chiuse marcato CE secondo la norma UNI EN 13163 rivestito con una pellicola rimovibile di PS compatto antiurto con passo di posa 50 mm e multipli.

- Il pannello bugnato funge sia da isolamento che da fissaggio dei tubi, il tutto in un'unica fase di lavoro
- Fissaggio semplice e rapido dei tubi
- Bugne dotate di alettature per evitare il sollevamento del tubo durante e dopo la posa

- Pellicola di copertura del pannello con elevata resistenza al calpestio, impermeabile al massetto e rimovibile
- Semplice giunzione tra i pannelli isolanti mediante incastrici maschio/femmina (bugna vuota con bugna piena) sul perimetro
- Resa termica elevata, in quanto i tubi vengono avvolti dal massetto

- Passo di posa minimo dei tubi di 50 mm definito dalla sagomatura stessa del pannello
- Posa rettilinea e precisa delle tubazioni
- Possibilità di elevati carichi sul pavimento (EPS 200)



Sezione sistema Bugnato Top



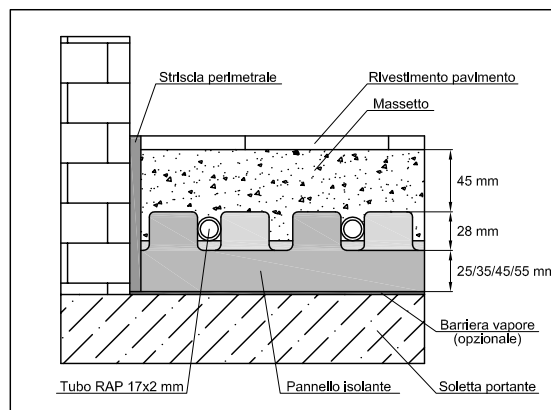
## Sistema Bugnato Silence

In questo sistema le tubazioni vengono incastrate, mediante pressione, tra le bugne che compongono parte integrante dei pannelli isolanti, senza bisogno di utilizzare ulteriori mezzi di fissaggio. Le tubazioni verranno poi completamente ricoperte dal massetto umido. Questo sistema di installazione corrisponde alla tipologia costruttiva A secondo la norma UNI EN 1264-2. Lo strato isolante utilizzato è il **pannello fonoassorbente isolante accoppiato di colore nero** (art. 0878 900 111/112/113/114) in polistirene espanso a celle chiuse in doppia densità (EPS 200 + elasticizzato) marcato CE secondo la norma UNI EN 13163 rivestito a caldo con una pellicola di PS compatto antiurto con passo di posa 50 mm e multipli.

- Il pannello bugnato funge sia da isolamento che da fissaggio dei tubi, il tutto in un'unica fase di lavoro
- Fissaggio semplice e rapido dei tubi
- Doppia funzione del pannello: isolamento termico ed isolamento acustico dai rumori di calpestio
- Pellicola di copertura del pannello

- resistente al calpestio ed impermeabile al massetto
- Semplice giunzione tra i pannelli isolanti mediante incastrici cilindrici maschio/femmina sul perimetro
- Resa termica elevata, in quanto i tubi vengono avvolti dal massetto
- Passo di posa minimo dei tubi di

- 50 mm definito dalla sagomatura stessa del pannello
- Posa rettilinea e precisa delle tubazioni
- Possibilità di elevati carichi sul pavimento (EPS T 200)



Sezione sistema Bugnato Silence

# Montaggio e posa in opera

## Riferimenti normativi

Per la progettazione, l'installazione e l'esercizio degli impianti di riscaldamento a pavimento negli edifici, è necessario attenersi alle seguenti norme e prescrizioni:

- DIN 1055: Carico teorico per le strutture
- DIN 4102: Comportamento al fuoco dei materiali da costruzione e degli elementi costruttivi
- DIN 4108: Isolamento termico e risparmio energetico negli edifici
- DIN 4109: Isolamento acustico negli edifici
- DIN V 4701-10: Valutazione energetica degli impianti di riscaldamento e climatizzazione
- DIN 4724: Sistemi di tubazioni in plastica per riscaldamento a pavimento ad acqua calda ed il collegamento ai radiatori (PE-MDX)
- DIN 4725: Riscaldamento a pavimento ad acqua calda - Determinazione della resa termica con copertura del tubo superiore a 65 mm
- DIN 4726: Tubazioni in plastica
- UNI EN 1254: Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica
- UNI EN 1264: Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti
- UNI EN 12831: Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto
- EnEv: Normativa sul risparmio energetico
- UNI EN 12828: Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua
- UNI EN 13163: Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica (EPS)
- DIN 18195: Impermeabilizzazioni edili
- DIN 18202: Tolleranze dimensionali nell'edilizia
- DIN 18333 VOB Parte C: Lavori con pietra da taglio in cemento
- DIN 18336 VOB Parte C: Lavori di impermeabilizzazione
- UNI EN 832: Prestazione termica degli edifici
- DIN 18353 VOB Parte C: Lavori di pavimentazione
- DIN 18380 VOB Parte C: Impianti di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria
- DIN 18560: Pavimenti nell'edilizia
- D.Lgs. 192/05: Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- D.P.R. 412/93: Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia

## Verifica delle condizioni dell'edificio

L'impianto a pavimento va applicato in locali intonacati e con infissi montati e chiusi, per proteggere l'impianto radiante ed il massetto riscaldante dall'umidità, dalle variazioni di temperatura e da una rapida ed anomala asciugatura del massetto. Tutte le parti costruttive in elevazione devono essere intonacate fino alla struttura portante e tutte le parti costruttive confinanti con il pavimento devono essere già ultimate, nonché eventuali costruzioni casseformi, pozzetti e cavedi per vani scale.

Verificare in cantiere le quote a disposizione per l'impianto a pavimento, in base al sistema RAP prescelto (vedi sezioni sistemi alle pagine precedenti). Segnare quindi i livelli sui muri in tutti i locali di installazione per avere le altezze di riferimento. E' indispensabile assicurarsi

della presenza di un allacciamento all'acqua, per il caricamento e la messa in pressione dei circuiti di riscaldamento, e di un allacciamento elettrico 230 V. La progettazione di base (ad es. il tipo di posa, la disposizione dei circuiti, il passo di posa, il tipo di isolante e il relativo spessore, nonché i dati idraulici del collettore) e la pianificazione dei giunti devono essere disponibili e tra loro coordinati. Le eventuali impermeabilizzazioni contro l'umidità ascendente del pavimento e contro l'acqua devono essere ultimate prima di iniziare la posa del riscaldamento a pavimento, secondo norma DIN 18195 o DIN 18366.

La superficie del sottofondo di supporto dovrà essere piana, sgomberata dai calcinacci, priva di incrostazioni e di avvallamenti. Dovrà

essere, inoltre, sufficientemente resistente ed asciutta per l'alloggiamento dell'isolamento e del massetto secondo norma e DIN 18560. In caso di massetti prefabbricati (lastre per sottofondi a secco), osservare le specifiche indicazioni del costruttore sulla planarità della base di supporto.

Qualora non venga raggiunto il livello di planarità richiesto dalla norma DIN 18202, sarà necessario colmare la differenza applicando degli strati di compensazione, finché la superficie non presenti una forma omogenea. E' possibile utilizzare materiali di riporto, qualora ne sia comprovata la loro utilità. Come strati di compensazione è possibile utilizzare materiali isolanti resistenti alla compressione.

La superficie del sottofondo di supporto non deve contenere tubazioni o presentare innalzamenti che potrebbero provocare ponti acustici e oscillazioni nello strato del massetto. Eventuali tubi o condotti devono essere fissati ed incassati per fornire una base livellata sulla quale verrà poi aggiunto l'isolante termico e/o acustico prima della posa dei circuiti di riscaldamento a pavimento.

Quando dossi o asperità impediscono la corretta posa del pannello, risulta utile scavare leggermente lo spessore del pannello isolante per garantirne un appoggio stabile e sicuro.

In corrispondenza di giunti costruttivi dell'edificio è necessario predisporre dei giunti anche nello strato isolante e nel massetto.

### Attenzione:

In caso di eventuali dubbi sulla presenza di tutti i presupposti necessari ad una corretta installazione, non iniziare la posa ed informare il committente. Per proteggere l'impianto a pavimento, il posatore dovrebbe essere l'unico artigiano a lavorare nei locali di installazione.

## Striscia perimetrale e pannelli isolanti

Prima della posa dello strato isolante o del massetto, lungo tutto il perimetro dei locali da riscaldare ed attorno a tutte le strutture verticali (ad es. colonne, pilastri, scale, piatti doccia ecc.) che penetrano il massetto di copertura, deve essere applicata una striscia perimetrale come fuga di dilatazione marginale e come insonorizzante. La sua funzione è infatti quella di assorbire la dilatazione del massetto in presenza di riscaldamento e di evitare la trasmissione del rumore da calpestio agli elementi costruttivi limitrofi.

Nel caso di più strati isolanti, la striscia perimetrale deve essere applicata prima della posa dello strato di isolamento superiore. La striscia perimetrale deve essere fissata saldamente, per evitare che possa spostarsi durante il getto del massetto. Detta striscia deve ergersi dalla base del sottofondo di supporto fino alla superficie del pavimento finito e permettere un gioco del massetto di almeno 5 mm. La parte superiore della striscia deve fuoriuscire dal massetto riscaldante e deve essere rifilata solo dopo il completamento del rivestimento del pavimento.

I pannelli isolanti servono a ridurre il calore ceduto verso il basso e a limitare l'inerzia termica dell'impianto. Le file dei pannelli isolanti vanno disposti preferibilmente nel senso del lato più lungo del locale da riscaldare, appoggiandoli alla striscia perimetrale ed avendo cura di posizionare la pellicola di protezione trasparente

### Consiglio:

Una volta posati i pannelli isolanti, evitare che vengano eccessivamente calpestati durante le operazioni di cantiere.

Si consiglia un eventuale utilizzo di assi di legno come camminamento, evitando così di danneggiare i pannelli stessi.

della striscia stessa sopra al pannello, per evitare infiltrazioni di materiale durante il getto del massetto. I pannelli isolanti devono essere uniti saldamente tra loro in modo tale da renderli impermeabili. Più strati isolanti devono essere sfalsati o posizionati in modo tale che i giunti tra i pannelli di uno strato non siano allineati a quelli dell'altro strato.

Il materiale isolante può essere composto al massimo da due strati. L'isolazione deve essere posizionata su tutta la superficie del sottofondo di supporto dell'area da riscaldare, senza lasciare spazi vuoti. Nel caso rimanessero comunque degli spazi privi di isolamento, riempirli con dell'espanso.

Lo strato isolante deve essere idoneo al tipo di carico prestabilito sul pavimento. Per proteggerli dall'umidità del massetto, i pannelli isolanti devono sempre essere rivestiti superiormente da una pellicola di polietilene dello spessore di

almeno 0,15 mm o da un altro prodotto dalla funzione equivalente. Le giunzioni tra i pannelli devono essere effettuate in modo tale da renderle impermeabili durante la fase di getto del massetto. In caso di pannelli a diretto contatto col terreno o in locali molto umidi è opportuno, prima della posa dei pannelli isolanti, ricoprire il sottofondo con un rivestimento impermeabile contro l'umidità ascendente.

### Nota:

Nei sistemi di riscaldamento a pavimento RAP il buon accostamento dei pannelli isolanti è garantito con varie metodologie a seconda del sistema adottato (sovrapposizione della pellicola di rivestimento oppure ad incastro).

La striscia perimetrale presenta un lato adesivo per agevolarne e velocizzarne l'applicazione alle strutture verticali dei locali da riscaldare.

## Tagli dei massetti

Per evitare eventuali danni causati dal ritiro del massetto dopo l'asciugatura e dalla sua dilatazione termica è necessario disporre, oltre alle strisce perimetrali (vedi pag. precedente), anche dei giunti di dilatazione e/o di contrazione secondo norma UNI EN 1264-4.

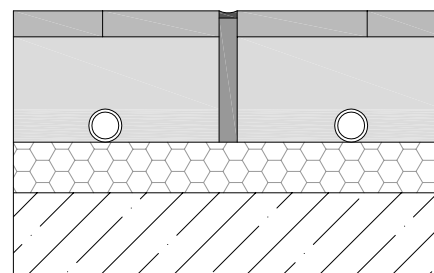
## Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione servono a consentire la dilatazione termica del massetto in corrispondenza dei giunti strutturali dell'edificio e nei casi di ampie superfici da riscaldare. Senza l'utilizzo di giunti di questo tipo, le superfici dei massetti riscaldati non devono essere superiori a 40 m<sup>2</sup> e/o con un lato superiore a 8 m.

Se i vani sono più grandi, i giunti di dilatazione vanno disposti nel massetto in modo da creare superfici più piccole. Nel caso di ambienti rettangolari, le superfici dei massetti senza giunti possono superare le predette dimensioni, purché

non si superi il rapporto massimo in lunghezza di 2 a 1.

Il giunto di dilatazione taglia verticalmente l'intero spessore della soletta (dal livello superiore del pannello fino a filo pavimento). I passaggi dei tubi dell'impianto a pavimento attraverso i giunti di dilatazione sono, possibilmente, da evitare. I giunti possono essere attraversati solo da tubi di connessione (o "di adduzione") solo per 1 tubo di andata e 1 di ritorno per ogni circuito, ed in corrispondenza dell'attraversamento devono essere protetti con tubi flessibili (ad es. tubi corru-

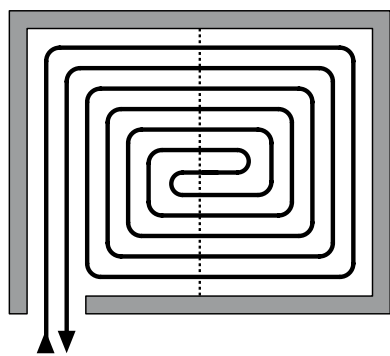


Giunto di dilatazione

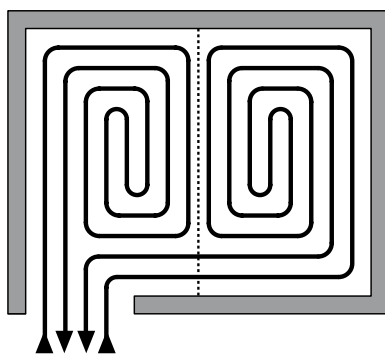
gati), da porsi simmetricamente rispetto al giunto stesso, per una lunghezza di circa 30 cm. Il taglio visibile in superficie dovrà essere ricoperto con un coprigiunto in materiale elastico.

In caso di installazione della rete antiritiro per il massetto, questa non deve attraversare il giunto di dilatazione.

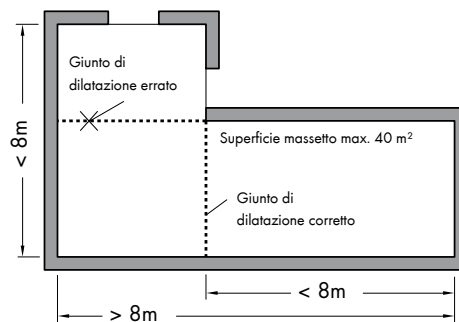
La pianificazione dei giunti deve essere concordata e coordinata con il massettista secondo le direttive del direttore lavori.



Errata disposizione del circuito



Corretta disposizione dei circuiti

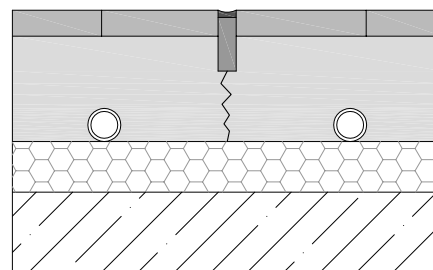


## Giunti di contrazione

In corrispondenza delle soglie delle porte o di altre aperture vengono installati dei giunti di dilatazione (vedi sopra) oppure dei giunti di contrazione.

I giunti di contrazione servono a guidare l'assessamento del massetto costituendo una linea di rottura guidata che elimina eventuali tensioni superficiali. Detti giunti vengono generalmente realizzati con la cazzuola quando il massetto

comincia ad asciugare fino ad una profondità non superiore ad un terzo dello spessore del massetto (facendo attenzione a non danneggiare i tubi di riscaldamento), e devono essere sigillati solo dopo l'avviamento dell'impianto di riscaldamento. Il taglio visibile in superficie dovrà essere ricoperto con un coprigiunto in materiale elastico.



Giunto di contrazione

## Indicazioni per l'installazione dei tubi

Dopo l'arrivo in cantiere, le tubazioni devono essere trasportate e movimentate proteggendole da eventuali elementi potenzialmente dannosi e conservandole al riparo dalla luce solare diretta.

Prima dell'inizio della posa viene presa visione del progetto al quale bisognerà attenersi, analizzandolo sia come passi che come tipo di posa dei tubi e lunghezza dei circuiti. Individuare quindi il locale dal quale iniziare la posa e l'ordine successivo, in modo tale da evitare l'accavallamento dei tratti di adduzione dal collettore ai circuiti riscaldanti. Risulta molto pratico annotare la lunghezza iniziale e finale del tubo impiegato per ogni circuito, rilevandola dalla marcatura del tubo, per poter così verificare la lunghezza totale di tubazione impiegata.

I tubi non possono essere collocati sotto vasche da bagno, docce e sanitari di tipo "non sospeso", e devono essere posati nel rispetto delle seguenti prescrizioni stabilite nella UNI EN 1264-4:

- 5 cm di distanza dalle strutture verticali
- 20 cm di distanza dalle canne fumarie, dai caminetti aperti e dalle trombe dell'ascensore

Le curvature a mano libera dei tubi RAP devono essere effettuate con raggio minimo pari a 8 volte il diametro esterno del tubo.

Nelle applicazioni civili è opportuno limitare la lunghezza massima dei circuiti a 120 m, considerando ottimale una lunghezza compresa tra 70 e 90 m, in modo da ottenere delle basse

perdite di carico dei circuiti stessi. Per i locali di estesa superficie, che richiederebbero una lunghezza superiore di sviluppo delle tubazioni, è meglio ricorrere a più circuiti, suddividendo l'area in porzioni possibilmente uguali per evitare sbilanciamenti idraulici con conseguente differenza di resa termica dei circuiti stessi.

È consigliabile effettuare la posa di ciascun circuito senza giunzioni. Tuttavia, se ciò non fosse possibile (ad es. in caso di danneggiamenti ad impianto finito), tutti i raccordi all'interno della costruzione a pavimento devono essere indicati sul disegno depositato, come previsto dalla norma UNI EN 1264-4. Tutti i raccordi intermedi **Prineto** specifici per i tubi RAP garantiscono comunque una perfetta tenuta nel tempo.

## Massetto

A seconda della collocazione dei tubi, i massetti vengono suddivisi fondamentalmente in due tipologie costruttive:

- Tipo A: con tubi annegati nello strato di massetto (sistemi RAP Tacker, Binario e Bugnato)
- Tipo B: con tubi al di sotto dello strato di massetto

Il massetto deve essere realizzato con un impasto fluido per evitare la formazione di piccole sacche d'aria che possono ostacolare la trasmissione del calore all'ambiente.

Negli impianti di riscaldamento a pavimento, in corrispondenza delle tubazioni, la temperatura massima del massetto in cemento non può superare i 55°C. Lo spessore del massetto dipende dalla classe di durezza (resistenza alla flessione) e dalla capacità di carico secondo norma DIN 18560-2.

Allo spessore nominale dei massetti di tipo A va aggiunto anche il diametro esterno del tubo del pannello radiante. In caso di massetti con

una bassa classe di durezza F4, lo spessore nominale di copertura dei tubi a partire dal punto più alto dell'impianto (tubazione o estremità bugna) deve essere di almeno 45 mm, mentre in caso di massetti autolivellanti di almeno 40 mm.

Per le altre classi di durezza sono ammessi spessori diversi, ma comunque non inferiori ai 30 mm. In caso di utilizzo di questi massetti è necessario effettuare una prova della capacità di carico, mentre in caso di pavimentazioni in pietra e ceramica va effettuata anche una prova di flessione.

Durante la gettata del massetto in cemento, la temperatura dello stesso e la temperatura ambiente non devono scendere al di sotto di 5°C. Per un periodo successivo non minore di 3 giorni, occorre mantenere una temperatura di almeno 5°C e proteggere il massetto dall'essiccazione e da effetti nocivi come per esempio fonti di calore, al fine di mantenere basso il livello di ritiro. Generalmente questo effetto è garantito per gli edifici più piccoli, quando questi vengono chiusi.

L'avviamento del riscaldamento deve essere eseguito almeno 21 giorni dopo la posa del massetto in cemento o in conformità alle istruzioni del fabbricante per massetti speciali (ad es. 3-4 giorni per massetti in cemento a rapida essiccazione).

### Consiglio:

Per migliorare le prestazioni chimico-fisiche dei massetti in cemento (aumento della resistenza a compressione ed a flessione del 30% e migliore lavorabilità dell'impasto del massetto con minore fabbisogno d'acqua), consigliamo l'utilizzo dell'additivo per massetto **Würth W 500** (Art. 0893 210 055).

## Pavimentazioni

I rivestimenti dei pavimenti vanno conservati ed applicati secondo le istruzioni del produttore. Prima dell'installazione, il posatore deve verificare l'idoneità della posa del rivestimento sul massetto riscaldante e controllare, inoltre, la completa stagionatura del massetto stesso. Gli impianti di riscaldamento a pavimento non necessitano di tipi particolari di pavimento o di tecniche speciali per la loro posa in opera.

**Per raggiungere una sufficiente cessione di calore all'ambiente da riscaldare, è comunque sconsigliato adottare tipologie di pavimenti aventi proprietà di resistenza termica superiore a 0,15 m<sup>2</sup>K/W.**

La resistenza termica rappresenta la capacità di un materiale di opporre resistenza al passaggio del calore, e quindi più è alta, mag-

giore sarà la proprietà isolante del materiale. Per questo essa influisce sensibilmente sulla trasmissione del calore all'ambiente da parte del massetto riscaldato.

Per comodità di verifica, riportiamo di seguito tabelle con i valori precalcolati di resistenza termica R dei materiali più utilizzati per la realizzazione di pavimenti:

CERAMICA	
s	R
6	0,006
8	0,008
10	0,010
12	0,012
14	0,014
16	0,016
18	0,018
20	0,020

PARQUET	
s	R
6	0,030
8	0,040
10	0,050
12	0,060
14	0,070
16	0,080
18	0,090
20	0,100

COTTO	
s	R
10	0,011
15	0,017
20	0,022
30	0,033

MARMO	
s	R
10	0,003
15	0,004
20	0,006
30	0,009

GOMMA	
s	R
2	0,007
3	0,011
4	0,014
5	0,018

MOQUETTE	
s	R
6	0,067
8	0,089
10	0,110
12	0,130
14	0,156 !!!

LINOLEUM	
s	R
2	0,011
3	0,017
4	0,022
5	0,028

### Legenda tabelle:

**R** = resistenza termica del pavimento (m<sup>2</sup>K/W)

**s** = spessore del pavimento (mm)

**!!!** = attenzione - superato il valore di resistenza termica consigliato

### Nota:

In caso di materiale per pavimento non presente nelle precedenti tabelle, richiedere al fornitore del pavimento stesso il relativo valore di resistenza termica, in modo tale da poter verificare che non sia superiore al valore limite consigliato di 0,15 m<sup>2</sup>K/W.

## Resistenza termica dell'isolante secondo UNI EN 1264-4

Per poter sfruttare appieno le potenzialità di un sistema di riscaldamento a pavimento, le dispersioni termiche verso il basso devono essere quanto più possibile contenute. I pannelli isolanti posti sotto le tubazioni riscaldanti hanno quindi la funzione di ridurre la quantità di calore ceduto verso il basso e di limitare l'inerzia termica

dell'impianto. In funzione della temperatura del vano o dell'ambiente sottostante all'impianto di riscaldamento, gli strati di isolamento devono possedere caratteristiche di resistenza termica tali da garantire il rispetto dei valori minimi imposti dalla norma UNI EN 1264-4: Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti.

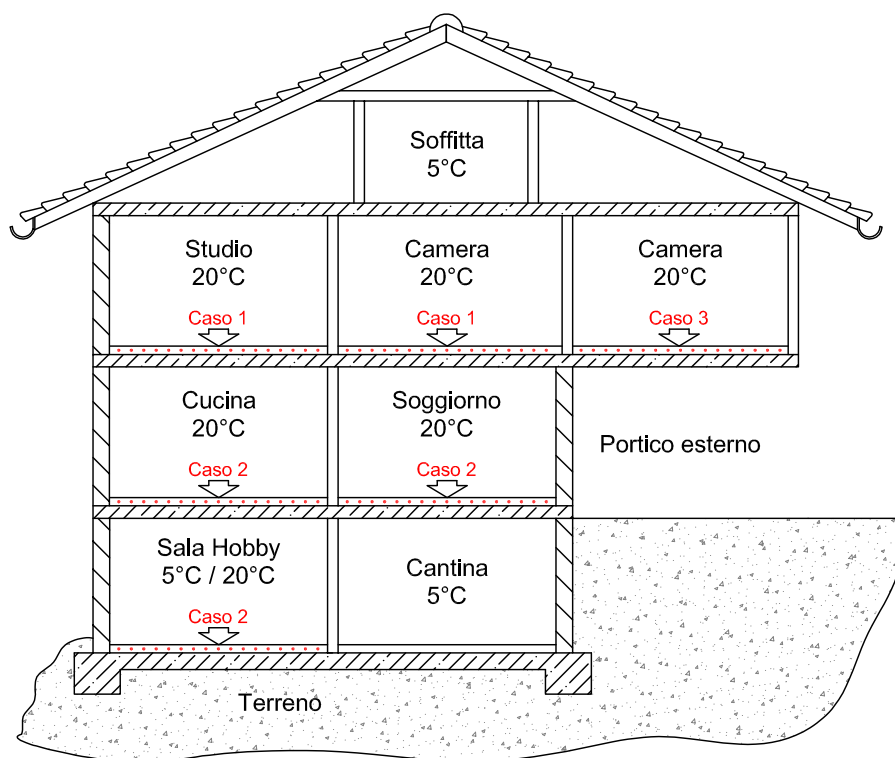
La resistenza termica rappresenta la capacità di un materiale di opporre resistenza al passaggio del calore, e quindi più è alta, maggiore sarà la proprietà isolante del materiale.

La norma UNI EN 1264-4 prevede:

Valori minimi di resistenza termica degli strati d'isolamento sottostanti l'impianto di riscaldamento a pavimento

Resistenza termica (m <sup>2</sup> K/W)	Ambiente sottostante riscaldato	Ambiente sottostante non riscaldato o riscaldato in modo non continuativo o direttamente sul suolo	Temperatura dell'aria esterna sottostante		
			Temperatura esterna di progetto T ≥ 0°C	Temperatura esterna di progetto 0°C > T ≥ -5°C	Temperatura esterna di progetto -5°C > T ≥ -15°C
	0,75	1,25	1,25	1,50	2,00
	<b>Caso 1</b>	<b>Caso 2</b>	<b>Caso 3</b>		

La tabella precedente può essere resa più intuitiva con il disegno seguente:



### Indicazione:

Nel caso in cui con un unico pannello non si raggiungesse il valore minimo di resistenza termica richiesto dalla norma UNI EN 1264-4, possono essere applicati due strati di isolante. La resistenza termica totale sarà quindi la somma delle resistenze termiche di ciascuno strato.

### Indicazione:

Una resistenza termica più elevata del pannello isolante del riscaldamento a pavimento consente anche di non influenzare la temperatura del locale sottostante (ad es. di una stanza da letto). Soprattutto nei condomini, se possibile, è quindi consigliabile scegliere una resistenza termica superiore ai valori riportati nella norma UNI EN 1264-4.

## Caratteristiche tecniche dei pannelli isolanti per sistemi di riscaldamento a pavimento RAP

Sistema RAP	Pannello	Art.	Superficie utile (mm)	Spess. utile (mm)	Spess. bugna (mm)	Resistenza termica (m <sup>2</sup> K/W)	Conducib. termica (W/mK)	EPS	Sollecitaz. a compress. al 10% (kPa)	Rigidità dinamica (MN/m <sup>3</sup> )	Isolamento acustico (dB) *
Tacker + Binario	Termoisolante in rotolo	0878 900 767	1000 x 10000	20	-	0,55	0,035	200	> 200		
	Termoisolante in rotolo	0878 900 766	1000 x 10000	30	-	0,85	0,035	200	> 200		
	Liscio in lastre	0878 900 711	1100 x 600	20	-	0,55	0,035	200	> 200		
Bugnato Standard	Liscio in lastre	0878 900 710	1100 x 600	30	-	0,85	0,035	200	> 200		
	Termoisolante sagomato	0878 900 755	1100 x 600	10	22	0,45	0,034	250	> 250		
	Termoisolante sagomato	0878 900 712	1100 x 600	20	28	0,75	0,035	200	> 200		
Bugnato Top	Termoisolante sagomato	0878 900 709	1100 x 600	30	28	1,05	0,035	200	> 200		
	Isolante con pellicola rigida	0878 900 115	1200 x 800	10	22	0,45	0,035	200	> 200		
	Isolante con pellicola rigida	0878 900 116	1200 x 800	20	22	0,75	0,035	200	> 200		
Bugnato Silence	Isolante con pellicola rigida	0878 900 117	1200 x 800	30	22	1,00	0,035	200	> 200		
	Isolante con pellicola rigida	0878 900 118	1200 x 800	40	22	1,30	0,035	200	> 200		
	Fonoassorbente isolante	0878 900 111	1200 x 600	25	28	0,90	0,036	200 + elast.		12	31
Bugnato Silence	Fonoassorbente isolante	0878 900 112	1200 x 600	35	28	1,15	0,036	200 + elast.		10	32
	Fonoassorbente isolante	0878 900 113	1200 x 600	45	28	1,45	0,036	200 + elast.		10	32
	Fonoassorbente isolante	0878 900 114	1200 x 600	55	28	1,70	0,036	200 + elast.		8	34

\*) Nota: attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio ΔL<sub>W</sub> secondo UNI EN 12354-2 con massetto in densità standard 2000 kg/m<sup>3</sup> di spessore ipotizzato pari a 50 mm.

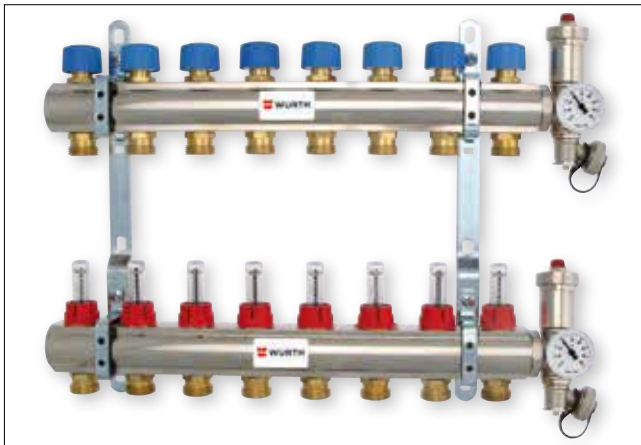
I pannelli sopraelencati possono essere richiesti anche con spessori e/o proprietà di EPS diversi, in base all'esigenza del cantiere. Tutti i pannelli della gamma RAP sono marcati CE secondo la norma UNI EN 13163 (Prodotti di polistirene espanso EPS ottenuti in fabbrica) ed hanno un valore di assorbimento d'acqua < 5% ed euroclasse E di reazione al fuoco.



## Collettore di distribuzione

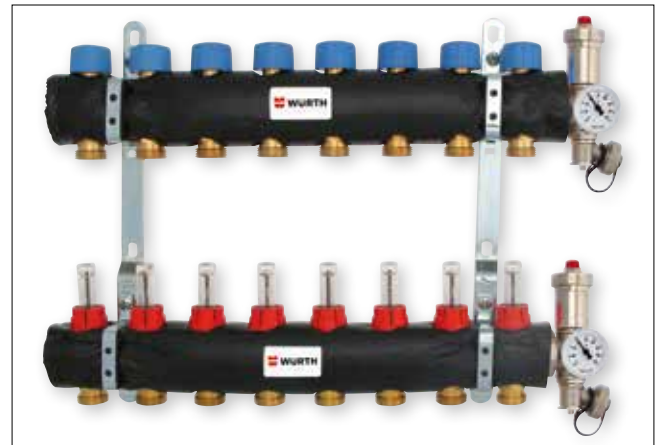
Il collettore viene impiegato per la distribuzione, intercettazione e regolazione dei singoli circuiti negli impianti a pannelli radianti. I flussimetri integrati sul collettore di mandata facilitano il bilanciamento idraulico dell'impianto, consentendo una precisa regolazione delle singole portate d'acqua (vedi anche paragrafo "Bilanciamento idraulico" in questo capitolo).

### Collettore RIVER e RIVER-PLUS



#### Collettore RIVER

per l'impiego in impianti di **riscaldamento** a pannelli radianti



#### Collettore RIVER-PLUS

per l'impiego in impianti di **riscaldamento e raffrescamento** a pannelli radianti

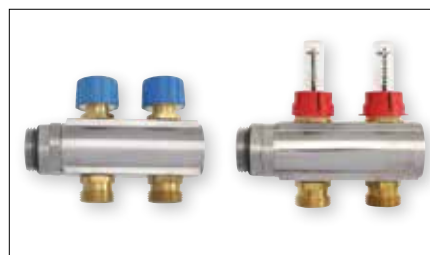
I collettori di distribuzione RIVER e RIVER-PLUS da 1" in ottone nichelato vengono forniti pre-montati ed assemblati su due staffe in acciaio zincato per un rapido fissaggio alla cassetta d'ispezione. Grazie alle speciali staffe ribassate i collettori sono installabili anche in cassette di profondità 80 mm; ciò consente quindi di posizionare liberamente il collettore all'interno degli alloggi anche in tramezze divisorie, evitando quindi fastidiosi vincoli di arredo per l'utente finale.

La portata d'acqua di ogni singolo circuito viene regolata sul collettore di mandata tramite flussimetri, che permettono il bilanciamento idraulico dell'impianto. Per una migliore termoregolazione, sul collettore di ritorno sono presenti vitoni termostattizzabili sui quali possono essere installate teste elettrotermiche. Il blocco terminale presenta un rubinetto di carico/scarico impianto, un termometro per il controllo della temperatura ed una valvola di sfogo automatica che espelle l'aria presente nel sistema.

Il blocco terminale "sfogo + scarico + termometro" viene fornito installato sul lato destro

del collettore; per invertire il lato degli ingressi dell'acqua al collettore può essere smontato e rimontato sul lato opposto grazie al pratico raccordo girevole di cui è fornito, invertendo poi anche la posizione del termometro grazie alla sua sede bidirezionale.

Il collettore di ritorno è sovrastante al collettore di mandata per consentire un pratico cablaggio delle eventuali teste elettrotermiche. Inoltre, in caso di montaggio di un contacalorie sul ritorno, quest'ultimo potrà essere sistemato in maniera più accessibile nella cassetta.

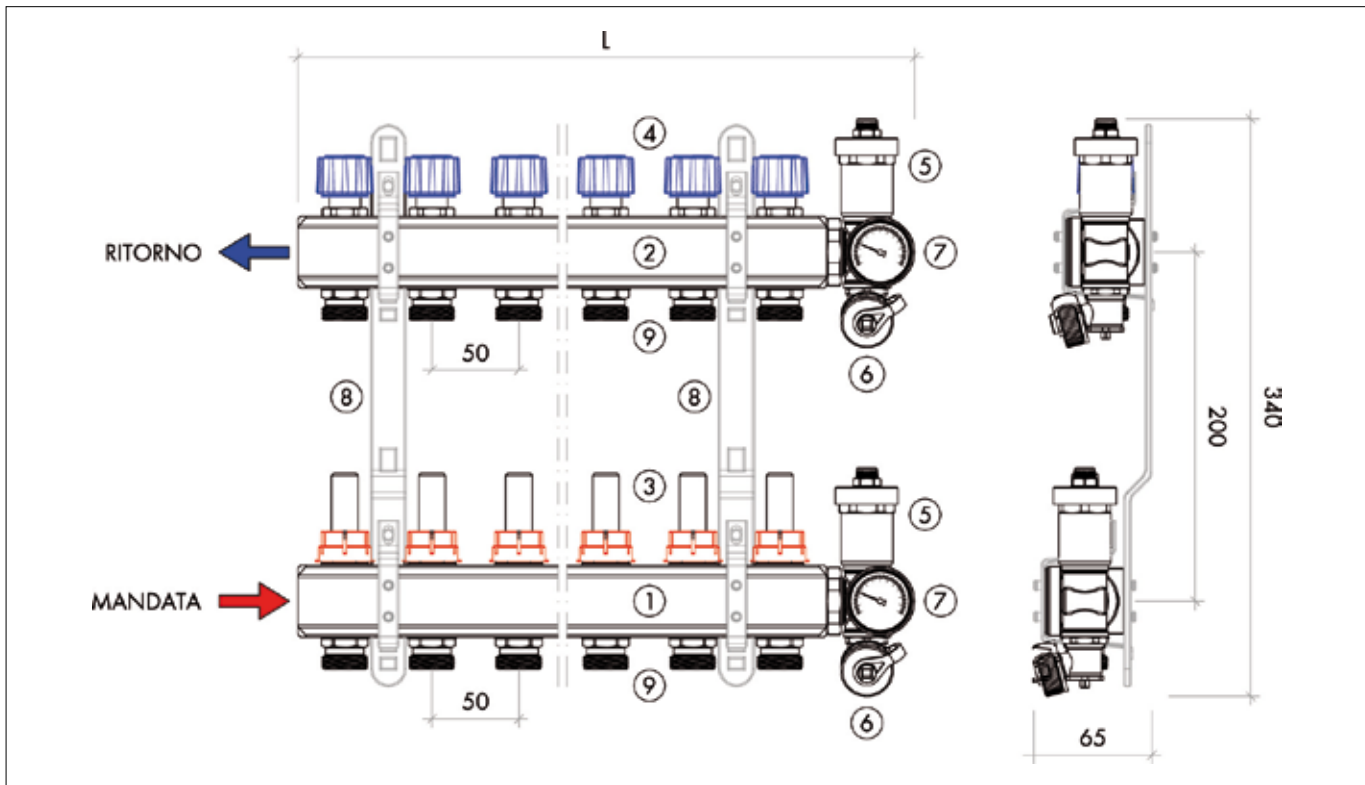


Kit prolunga 1" M-F per collettori dotato di pratico raccordo girevole

Il collettore RIVER-PLUS, come unica differenza dal collettore RIVER, viene fornito già completo di isolamento termico (spessore: 6 mm; conduttività termica:  $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ ) in polietilene espanso a celle chiuse rivestita esternamente con pellicola protettiva in PVC. Il collettore RIVER-PLUS è quindi ottimo per essere utilizzato sia in impianti di riscaldamento che di raffrescamento a pannelli radianti, in quanto l'isolazione limita le dispersioni termiche in inverno ed evita la formazione di condensa sul collettore in estate.

#### Vantaggi:

- installabile realmente anche in cassette da 80 mm di spessore
- ingressi al collettore invertibili (da sx a dx) senza smontarlo dalle staffe
- blocco terminale "sfogo + scarico + termometro" compatto e ruotabile
- possibilità di prolungare il collettore di ulteriori 2 vie
- River-Plus già dotato di isolamento, evitando quindi fastidiosi e scomodi montaggi di successivi gusci isolanti



I collettori RIVER vengono forniti premontati e completi di:

- 1) collettore di mandata da 1" F-F (RIVER-PLUS: preisolato)
- 2) collettore di ritorno da 1" F-F (RIVER-PLUS: preisolato)
- 3) flussimetri regolabili (0÷5 l/min)
- 4) vitoni termostattizzabili (filetto M30x1,5) con manopole di chiusura manuale
- 5) n. 2 valvole di sfianto aria automatiche da 1/2"
- 6) n. 2 rubinetti girevoli di carico/scarico da 1/2"
- 7) n. 2 termometri (0÷80°C) con attacco posteriore
- 8) n. 2 staffe di supporto ribassate in acciaio zincato
- 9) raccordi per singoli circuiti con filetto 3/4" Eurokonus

**Caratteristiche:**

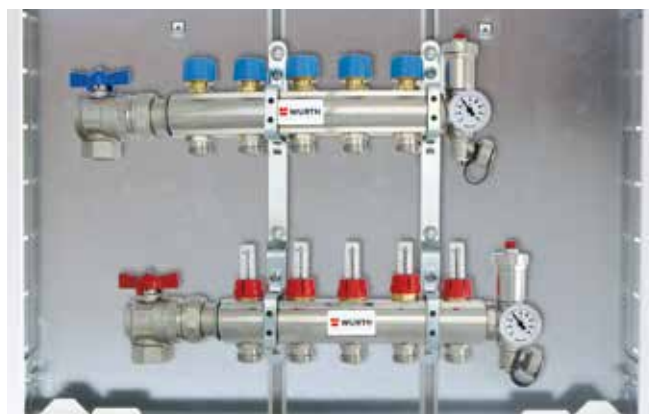
- corpo in ottone CW617N
- o-ring e guarnizioni in EPDM
- filettature a norma ISO 228
- temperatura d'esercizio 25÷80°C (River-Plus: 15÷80°C)
- pressione max. d'esercizio 6 bar

I collettori sono da abbinare alle relative coppie di valvole a sfera diritte o a squadra, a seconda della necessità dell'installatore. Grazie allo speciale bocchettone a tenuta morbida con dado girevole il collegamento ai collettori risulta molto pratico e rapido.

**Caratteristiche valvole:**

- attacchi filettati 1" maschio-femmina
- corpo in ottone nichelato, farfalla in alluminio, o-ring in EPDM

Collettore	lunghezza L (mm)	peso g	lung. cassetta consigliata (mm)
α 2 vie	155	2.535	500
α 3 vie	205	3.010	500
α 4 vie	255	3.490	600
α 5 vie	305	3.965	600
α 6 vie	355	4.440	700
α 7 vie	405	4.920	700
α 8 vie	455	5.395	850
α 9 vie	505	5.875	850
α 10 vie	555	6.350	850
α 11 vie	605	6.830	1.000
α 12 vie	655	7.305	1.000
α 13 vie	705	7.780	1.000

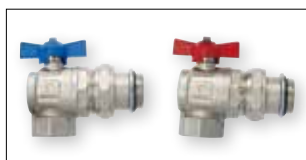


**N.B.!**

In caso di scelta di valvole a squadra, sfalsare il collettore superiore di una via rispetto a quello inferiore per consentire il collegamento dei tubi di alimentazione alle valvole stesse (vedi immagine sopra)



Coppia valvole a sfera diritte



Coppia valvole a sfera a squadra

## Regolazione a punto fisso

La regolazione a punto fisso consente di ottenere una temperatura costante del fluido di mandata all'impianto di riscaldamento a pannelli radianti. Il valore di temperatura desiderato viene impostato manualmente attraverso una valvola termostatica.

Se in un edificio alimentato da un impianto di riscaldamento ad alta temperatura si devono riscaldare degli ambienti con il riscaldamento a pavimento, sarà necessario ridurre la temperatura del fluido riscaldante. Questo per evitare una temperatura superficiale del pavimento troppo elevata che porterebbe a probabili danneggiamenti del rivestimento del pavimento, oltre che a possibili disturbi agli arti inferiori.

Con i gruppi di miscelazione a punto fisso questo abbassamento della temperatura avviene direttamente nella cassetta del collettore dei

circuiti a pavimento, nei pressi del locale da riscaldare. Si rendono quindi superflui sia il montaggio di un aggiuntivo gruppo di miscelazione e di pompaggio nel locale caldaia, che l'installazione di un aggiuntivo circuito a bassa temperatura attraverso l'edificio.

### Quando si utilizza?

- In presenza di un'alta temperatura dell'acqua (> 50 °C) in arrivo al collettore di distribuzione dei singoli circuiti dell'impianto a pannelli radianti
- In impianti misti, cioè sia con radiatori (alta temp.) che con pannelli radianti (bassa temp.)
- In impianti che producono il calore con generatori ad alta temperatura (ad es. vecchie caldaie, termocamini, caldaie a legna ecc.)

## Gruppo di miscelazione a punto fisso POSEIDON

Il gruppo di miscelazione a punto fisso POSEIDON garantisce una temperatura costante del fluido di mandata nei circuiti di riscaldamento a pannelli radianti, il cui valore desiderato viene impostato manualmente sulla valvola termostatica.

È il sistema di regolazione più semplice e si utilizza generalmente in presenza di un generatore di calore ad alta temperatura.

### Vantaggi:

- gruppo fornito premontato e precablato in cassetta
- portata d'acqua elevata (gruppo pompa DN20 a passaggio totale contro i comuni DN15)
- esigua profondità: solo 90 mm (compresa cassetta)
- esigua lunghezza: fino a 13 vie in cassetta da 1,1 m
- comoda manutenzione/smontaggio grazie ai dadi girevoli

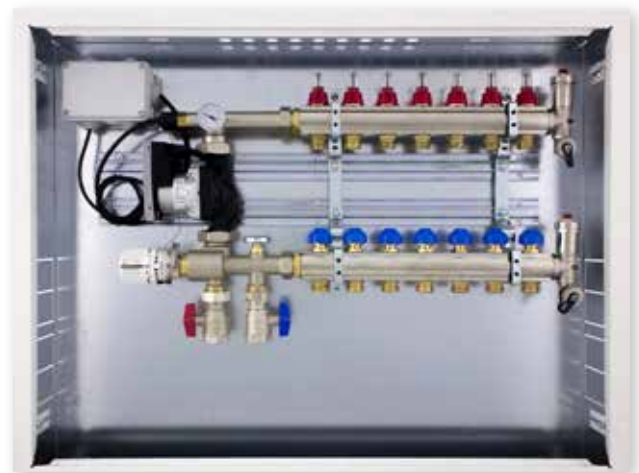
### Funzionamento:

L'acqua ad alta temperatura proveniente dalla caldaia arriva alla valvola miscelatrice 3 vie. Una testa termostatica collegata ad una sonda di rilevamento della temperatura miscela l'acqua ad alta temperatura con l'acqua a bassa temperatura di ritorno dai pannelli radianti, fino ad ottenere il valore di temperatura impostato sulla testa termostatica. La pompa fa circolare l'acqua e garantisce la prevalenza nei circuiti dei pannelli radianti. Un termostato di sicurezza interviene spegnendo la pompa in caso di superamento della temperatura massima impostata su di esso (55 °C).



I gruppi di miscelazione **POSEIDON** vengono forniti premontati e precablati in cassetta e completi di:

- collettore di mandata da 1" F-F
- collettore di ritorno da 1" F-F
- flussimetri regolabili (0÷5 l/min)
- vitoni termostattizzabili (filetto M30x1,5) con manopole di chiusura manuale
- n. 2 valvole di sfianto aria automatiche da 1/2"
- n. 2 rubinetti girevoli di carico/scarico da 1/2"
- n. 2 termometri (0÷80°C) con attacco posteriore
- n. 2 staffe di supporto in acciaio zincato
- raccordi per singoli circuiti con filetto 3/4" Eurokonus
- n. 2 valvole d'intercettazione a sfera da 1" F-F con dado girevole
- valvola di miscelazione a 3 vie
- testa termostatica (20÷70°C)
- sonda temperatura a distanza
- pompa WILO Yonos Para 25 - 6 a velocità variabile
- termostato di sicurezza a taratura fissa (55°C) precablato
- scatola elettrica precablatata alla pompa di circolazione ed al termostato di sicurezza, dotata di ingresso 230V, ingresso termostato ambiente e relè per comando caldaia o valvola di zona
- cassetta da incasso regolabile in altezza (tramite piedini) ed in profondità (tramite asole)



#### Caratteristiche:

- corpo in ottone CW617N
- o-ring e guarnizioni in EPDM
- filettature a norma ISO 228
- temperatura d'esercizio 20÷55°C
- pressione max. d'esercizio 6 bar



**Modello POSEIDON-BY:** come POSEIDON, ma con by-pass regolabile (1÷3 m.c.a.) per circuito primario (**Fig. 1**)



**Modello POSEIDON-AT2 e AT3:** come POSEIDON, ma con by-pass regolabile (1÷3 m.c.a.) per circuito primario (**Fig. 4**) e kit stacchi alta temperatura a 2 (**Fig. 2**) o 3 vie (**Fig. 3**) termostattizzabili sul collettore di ritorno, per l'alimentazione di eventuali radiatori



**Fig. 1**

By-pass per circuito primario



**Fig. 2**

Kit stacchi alta temp. a 2 vie



**Fig. 3**

Kit stacchi alta temp. a 3 vie



**Fig. 4**

By-pass primario con attacchi alta temp.

## Testa termostatica e termostato di sicurezza



Testa termostatica con sonda a immersione



Termostato di sicurezza

Nei gruppi a punto fisso POSEIDON la temperatura del fluido di mandata ai circuiti dell'impianto radiante viene impostata tramite una testa termostatica collegata ad una sonda a immersione. Sul corpo della testa termostatica è presente una scala di regolazione da 1 a 6 che corrisponde ai seguenti valori:

- 1 = circa 20°
- 2 = circa 30°
- 3 = circa 40°
- 4 = circa 50°
- 5 = circa 60°
- 6 = circa 70°

Verificare comunque l'effettiva temperatura dell'acqua con l'ausilio dei termometri applicati sui collettori di mandata e ritorno.

Una volta effettuata la regolazione al valore desiderato si può bloccare la rotazione della testa termostatica (per evitarne modifiche accidentali) tramite una ghiera posta al di sotto della freccia di lettura della regolazione.

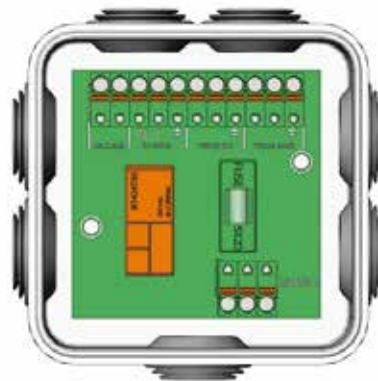
Secondo la norma UNI EN 1264 **la temperatura del fluido nel massetto riscaldante non deve comunque mai superare i 55° C**. Il termostato di sicurezza deve essere quindi tarato a questo valore, in modo tale che se il fluido dovesse accidentalmente raggiungere la temperatura di 55° C il termostato stesso spegnerà il circolatore permettendo al fluido di raffreddarsi.

## Scatola elettrica

Il gruppo di miscelazione POSEIDON è fornito di scheda elettrica per comandare la pompa di circolazione.

La scheda presenta i seguenti ingressi e uscite:

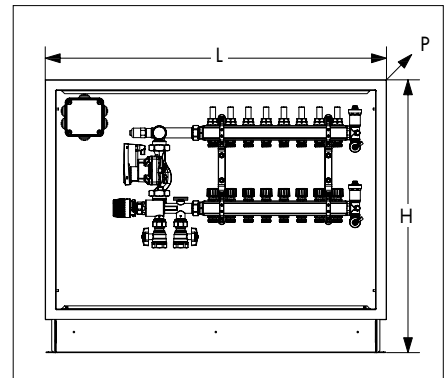
- CALDAIA: consenso caldaia
- POMPA: alimentazione circolatore (fornito già precablato)
- TERM SIC: connessione termostato di sicurezza (fornito già precablato)
- TERM AMB: connessione termostato ambiente
- 230V AC: alimentazione scheda



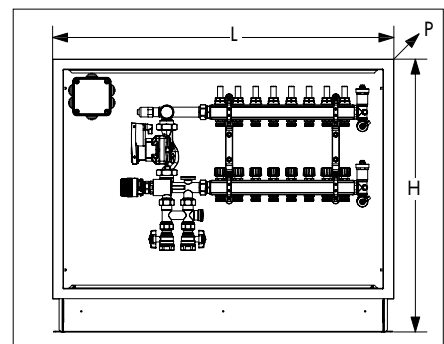


## Dimensioni e pesi dei gruppi di miscelazione POSEIDON

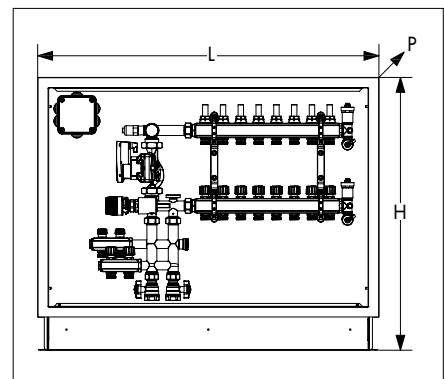
Poseidon	misura	dimensioni cassetta [mm]			peso [g]	Art.
		L	H	P		
α 2 vie	1"	760	770÷870	90÷140	17.450	<b>0878 901 202</b>
α 3 vie		760			17.950	<b>0878 901 203</b>
α 4 vie		760			18.450	<b>0878 901 204</b>
α 5 vie		760			18.950	<b>0878 901 205</b>
α 6 vie		960			21.950	<b>0878 901 206</b>
α 7 vie		960			22.450	<b>0878 901 207</b>
α 8 vie		960			22.950	<b>0878 901 208</b>
α 9 vie		960			23.450	<b>0878 901 209</b>
α 10 vie		1160			26.450	<b>0878 901 210</b>
α 11 vie		1160			26.950	<b>0878 901 211</b>
α 12 vie		1160			27.450	<b>0878 901 212</b>
α 13 vie		1160			27.950	<b>0878 901 213</b>



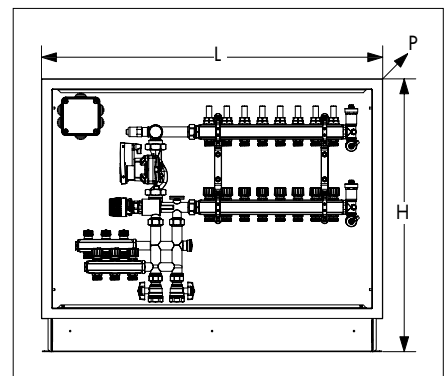
Poseidon-By	misura	dimensioni cassetta [mm]			peso [g]	Art.
		L	H	P		
α 2 vie	1"	760	770÷870	90÷140	18.000	<b>0878 901 302</b>
α 3 vie		760			18.500	<b>0878 901 303</b>
α 4 vie		760			19.000	<b>0878 901 304</b>
α 5 vie		760			19.500	<b>0878 901 305</b>
α 6 vie		960			20.000	<b>0878 901 306</b>
α 7 vie		960			20.500	<b>0878 901 307</b>
α 8 vie		960			21.000	<b>0878 901 308</b>
α 9 vie		960			21.500	<b>0878 901 309</b>
α 10 vie		1160			22.000	<b>0878 901 310</b>
α 11 vie		1160			22.500	<b>0878 901 311</b>
α 12 vie		1160			23.000	<b>0878 901 312</b>
α 13 vie		1160			23.500	<b>0878 901 313</b>



Con kit stacchi alta temperatura a 2 vie						
Poseidon-AT2	misura	dimensioni cassetta [mm]			peso [g]	Art.
		L	H	P		
α 2 vie	1"	760	770÷870	90÷140	20.250	<b>0878 901 402</b>
α 3 vie		760			20.750	<b>0878 901 403</b>
α 4 vie		760			21.250	<b>0878 901 404</b>
α 5 vie		760			21.750	<b>0878 901 405</b>
α 6 vie		760			22.250	<b>0878 901 406</b>
α 7 vie		960			22.750	<b>0878 901 407</b>
α 8 vie		960			23.250	<b>0878 901 408</b>
α 9 vie		960			23.750	<b>0878 901 409</b>
α 10 vie		1160			24.250	<b>0878 901 410</b>
α 11 vie		1160			24.750	<b>0878 901 411</b>
α 12 vie		1160			25.250	<b>0878 901 412</b>
α 13 vie		1160			25.750	<b>0878 901 413</b>



Con kit stacchi alta temperatura a 3 vie						
Poseidon-AT3	misura	dimensioni cassetta [mm]			peso [g]	Art.
		L	H	P		
α 2 vie	1"	760	770÷870	90÷140	20.850	<b>0878 901 502</b>
α 3 vie		760			21.350	<b>0878 901 503</b>
α 4 vie		760			21.850	<b>0878 901 504</b>
α 5 vie		760			22.350	<b>0878 901 505</b>
α 6 vie		960			22.850	<b>0878 901 506</b>
α 7 vie		960			23.350	<b>0878 901 507</b>
α 8 vie		960			23.850	<b>0878 901 508</b>
α 9 vie		960			24.350	<b>0878 901 509</b>
α 10 vie		1160			24.850	<b>0878 901 510</b>
α 11 vie		1160			25.350	<b>0878 901 511</b>
α 12 vie		1160			25.850	<b>0878 901 512</b>
α 13 vie		1160			26.350	<b>0878 901 513</b>

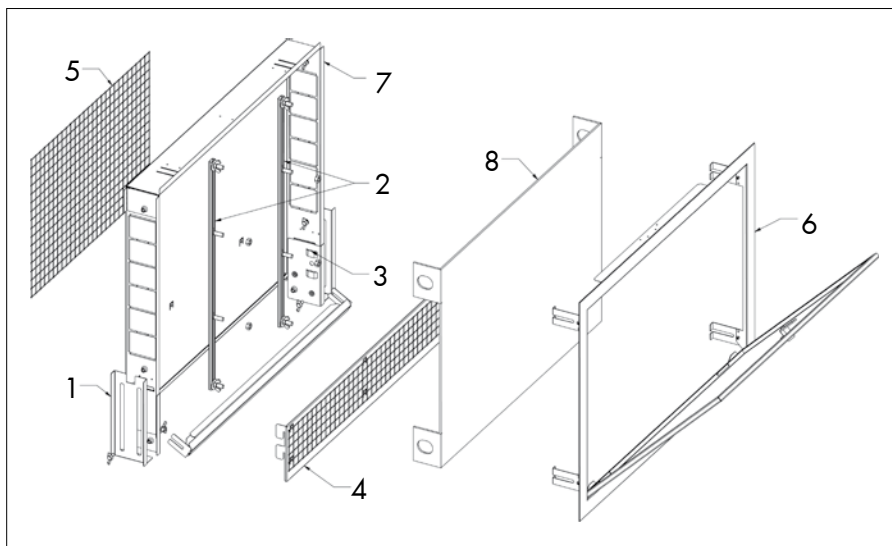


## Cassetta d'ispezione da incasso

Le cassette da incasso vengono utilizzate per l'alloggiamento di collettori di distribuzione e/o di organi di contabilizzazione.

Di seguito riportiamo alcuni parametri salienti che caratterizzano le nostre cassette:

- possibilità di scelta del modello più adatto al tipo di installazione (profondità 80 o 110 mm con altezze 630 o 770 mm)
- sia il corpo che la porta dell'armadio sono prodotti con lamiera di acciaio zincato a caldo di base spessore 8/10
- porta e cornice rivestite con materiale plastico antigraffio colore RAL 9010 e dotate di pellicola protettiva trasparente, in modo da garantire una cassetta intatta e pulita a lavori terminati
- completa di paramalta per la protezione del collettore e dell'interno della cassetta durante la fase di intonacatura
- cornice realizzata da un unico pezzo, priva quindi di qualsiasi punto di giuntura
- l'intera cassetta non presenta nessun punto di saldatura per prevenire la formazione di ruggine
- cassette dotate di piedini regolabili in altezza e porta regolabile in profondità tramite asole
- complete di rete sulla parte posteriore e sul frontalino per facilitare l'aggrappaggio dell'intonaco
- fissaggio dei collettori garantito da due guide regolabili in altezza e larghezza
- sistema di regolazione sulla battuta della porta studiato per eliminare eventuali vibrazioni dopo l'installazione della cassetta
- porta con chiusura radiale



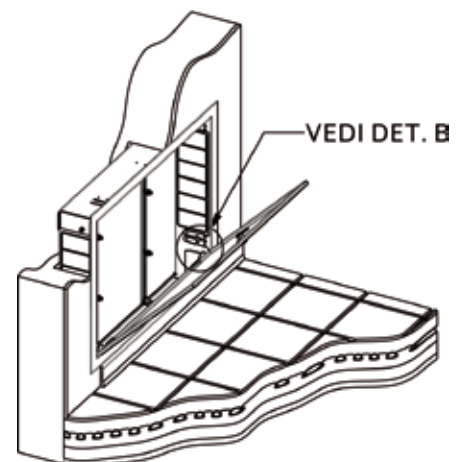
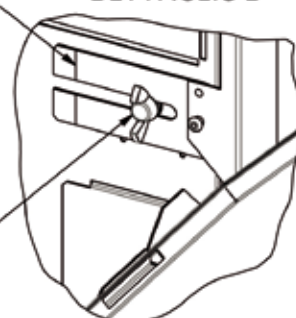
### Struttura cassetta:

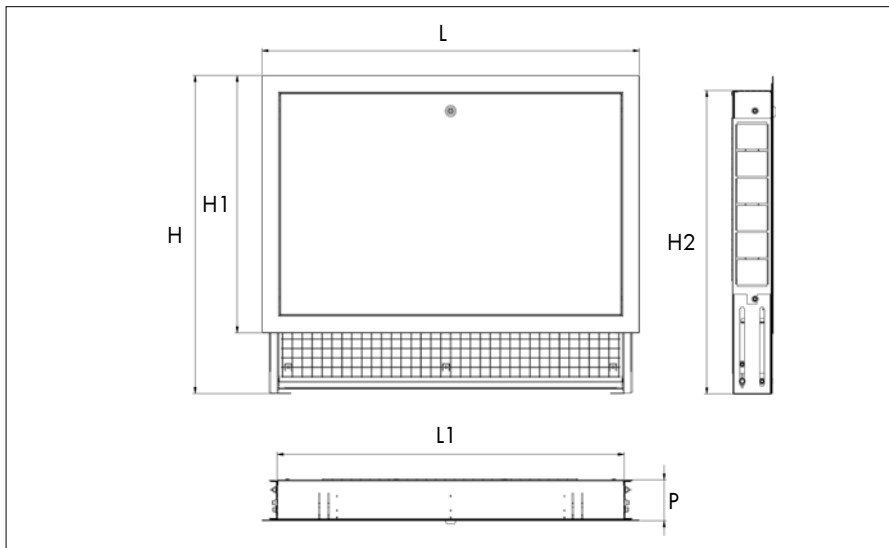
1. piedino per regolazione altezza
2. coppia guide per fissaggio staffe collettori
3. supporto per frontalino
4. frontalino con rete
5. rete parte posteriore
6. cornice e porta
7. corpo cassetta
8. paramalta

Alette di fissaggio piegabili lungo la preincisione per ottenere la profondità minima di 80 mm

Vite di fissaggio ad alette

### DETTAGLIO B





Per tramezzo profondità min. 80 mm										
modello	tipo	dimensioni/mm						peso/g	n. vie collettore	Art.
		L	L1	H	H1	H2	P			
640-80	500	563	502	642÷752	520	613÷723	83÷133	6.400	fino a 3	<b>0878 901 151</b>
	600	663	602					7.290	fino a 5	<b>0878 901 152</b>
	700	763	702					8.260	fino a 7	<b>0878 901 153</b>
	850	913	852					9.380	fino a 10	<b>0878 901 154</b>
	1000	1063	1002					10.580	fino a 13	<b>0878 901 155</b>
	1200	1263	1202					11.930	fino a 13	<b>0878 901 156</b>
770-80	500	563	502	771÷881	642	742÷852	83÷133	7.460	fino a 3	<b>0878 901 171</b>
	600	663	602					8.390	fino a 5	<b>0878 901 172</b>
	700	763	702					9.400	fino a 7	<b>0878 901 173</b>
	850	913	852					10.820	fino a 10	<b>0878 901 174</b>
	1000	1063	1002					12.300	fino a 13	<b>0878 901 175</b>
	1200	1263	1202					14.260	fino a 13	<b>0878 901 176</b>

Per tramezzo profondità min. 110 mm										
modello	tipo	dimensioni/mm						peso/g	n. vie collettore	Art.
		L	L1	H	H1	H2	P			
640-110	500	563	502	642÷752	520	613÷723	113÷163	6.640	fino a 3	<b>0878 901 161</b>
	600	663	602					7.560	fino a 5	<b>0878 901 162</b>
	700	763	702					8.560	fino a 7	<b>0878 901 163</b>
	850	913	852					9.630	fino a 10	<b>0878 901 164</b>
	1000	1063	1002					11.020	fino a 13	<b>0878 901 165</b>
	1200	1263	1202					12.600	fino a 13	<b>0878 901 166</b>
770-110	500	563	502	771÷881	642	742÷852	113÷163	7.850	fino a 3	<b>0878 901 181</b>
	600	663	602					8.640	fino a 5	<b>0878 901 182</b>
	700	763	702					9.820	fino a 7	<b>0878 901 183</b>
	850	913	852					11.290	fino a 10	<b>0878 901 184</b>
	1000	1063	1002					12.700	fino a 13	<b>0878 901 185</b>
	1200	1263	1202					14.390	fino a 13	<b>0878 901 186</b>

**Note:**

- Le cassette con altezza 770 mm sono particolarmente indicate in caso di installazione di altri componenti, oltre al semplice collettore con valvole d'intercettazione, all'interno della cassetta (ad es. moduli elettrici).
- Le cassette con profondità 110 mm sono particolarmente indicate in caso di installazione di componenti idraulici ingombranti all'interno della cassetta (ad es. pompe di circolazione)



## Bilanciamento idraulico

Per ottenere una equa distribuzione della quantità d'acqua nei circuiti con differenti perdite di carico complessive, i circuiti di ogni singolo collettore devono essere bilanciati idraulicamente tra di loro. Alla base di ciò ci sono le portate d'acqua e le perdite di carico dei circuiti, determinabili aritmeticamente con l'aiuto di software o tabelle di calcolo.

Impianti bilanciati correttamente dal punto di vista idraulico garantiscono la distribuzione ottimale dell'energia e quindi un funzionamento economico, in armonia con le leggi sul risparmio energetico.

### Bilanciamento dei circuiti nei collettori con flussimetri

I flussimetri (valvole di regolazione con indicatori di portata) sono applicati sui collettori di mandata in corrispondenza degli stacchi dei singoli circuiti. Nei collettori con flussimetri bastano, per il bilanciamento idraulico, i valori delle portate d'acqua dei singoli circuiti, generalmente espresse in litri/ora oppure in chili/ora. Dividendo questi valori per 60 si ottengono le portate in litri/minuto, in quanto l'indicatore di portata del flussimetro riporta questa scala. I flussimetri vengono quindi impostati in base a questi valori precalcolati di portata d'acqua in litri/minuto.

Il bilanciamento idraulico viene eseguito dopo il riempimento e la sfiatatura di tutti i circuiti. Durante il processo di bilanciamento tutte le valvole del collettore di ritorno devono essere completamente aperte e la pompa di circolazione in funzione.

Per regolare i flussimetri alle portate in litri/minuto precedentemente calcolate, sfilare il coperchio di protezione rosso e ruotare l'apposita manopola nera. Il flussimetro è dotato di fine corsa in apertura, in modo tale da scongiurare uno sfilamento totale con conseguente e fastidiosa fuoriuscita d'acqua dal circuito. Attraverso il vetro di ispezione può essere visivamente letto e controllato il valore di portata impostato.

Dopo la regolazione di tutti i circuiti, se necessario, dovranno essere nuovamente corrette le prime registrazioni, in quanto potrebbero aver subito degli squilibri causati dalle successive tarature. Una volta che tutti i flussimetri indicano le singole specifiche portate calcolate, gli stessi vengono protetti da non autorizzati oppure invertiti spostamenti, reinserendo fino in battuta il coperchio di protezione rosso.

### Posizione di montaggio

I flussimetri Würth devono essere utilizzati esclusivamente nel collettore di mandata e possono essere montati sia in posizione orizzontale che verticale.

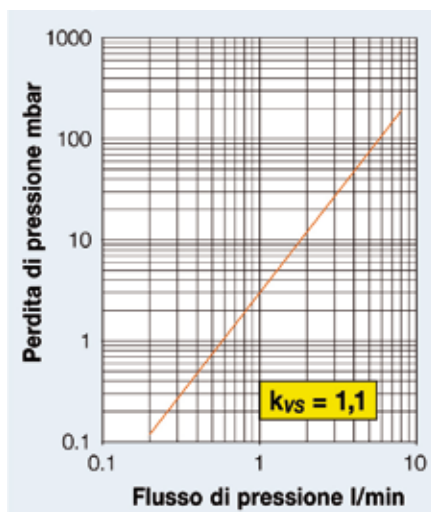
### Fluidi di flusso

I flussimetri Würth possono essere utilizzati con acqua di riscaldamento e raffreddamento, miscele di acqua con comuni additivi antigelo e corrosione.

### Dati tecnici flussimetri Würth

- Filetto d'attacco 1/2" M
- Temperature d'esercizio:  $-10 \pm 70^{\circ}\text{C}$
- Pressione max. d'esercizio: 6 bar
- Materiale: ottone, materiale plastico termoresistente e acciaio inox, guarnizioni in EPDM
- Filettatura: a norma ISO 228
- Precisione di misurazione:  $\pm 10\%$  dal valore finale

### Diagramma di perdita di pressione con apertura max. della valvola



## Sistema Tacker - Indicazioni di posa

Osservare le indicazioni generali riportate nel catalogo per il montaggio e la posa degli impianti di riscaldamento a pavimento, nonché le descrizioni relative all'isolazione da applicare sotto alle tubazioni riscaldanti a pavimento.

Dopo aver applicato la striscia perimetrale adesiva (art. 0878 900 780) viene posato il **pannello termoisolante in rotolo** (art. 0878 900 766/767) oppure il **pannello liscio in lastre** (art. 0878 900 710/711) in tutti gli ambienti da riscaldare. Le file dei pannelli isolanti vanno disposti partendo da un angolo e preferibilmente nel senso del lato più lungo del locale da riscaldare, appoggiandoli alla striscia perimetrale ed avendo cura di posizionare la pellicola trasparente in PE della striscia stessa sopra al pannello. Nel tagliare i pannelli isolanti fare attenzione all'ortogonalità ed alla precisione (consiglia-



Pannello termoisolante in rotolo

mo come supporto al taglio l'utilizzo di una staggia) in modo da evitare eventuali ponti termici ed acustici, spesso causati da "spazi vuoti" dovuti a tagli grossolani dei pannelli. Per effettuare la rifilatura del materiale isolante in polistirolo può essere utilizzato un taglierino affilato.

In caso di utilizzo dei pannelli in rotolo con pellicola alluminizzata e pretracciata (art. 0878 900 766/767), questi andranno posati partendo da un angolo e posizionando la prima fila di pannelli con la pellicola di sovrapposizione contro il muro. Ogni fila seguente

coprirà la precedente con la pellicola di sovrapposizione adesiva del pannello stesso. Il foglio trasparente in PE della striscia perimetrale dovrà essere attaccato sulla superficie dell'isolazione con del nastro adesivo, in modo da evitare infiltrazioni d'aria e dell'impasto del massetto nella zona della parete. Per lo stesso motivo dovranno essere sigillati anche tutti i bordi di taglio dell'isolazione e tutte le sovrapposizioni delle pellicole adesive.

In caso di utilizzo dei pannelli lisci in lastre con pellicola in PS e pretracciata a croce (art.

0878 900 710/711), dovranno essere osservate le stesse indicazioni del pannello in rotolo. L'unica differenza riguarda la giunzione tra i pannelli che in questo caso avverrà ad incastro mediante scanalature maschio/femmina lungo il perimetro del pannello (vedi indicazioni di posa del sistema Bugnato Standard).

Scegliere lo spessore del pannello isolante dalla gamma in base all'esigenza del cantiere (vedi anche paragrafo "Resistenza termica dell'isolante secondo UNI EN 1264-4" in questo capitolo).



Pannello liscio in lastre



Striscia perimetrale adesiva

La posa dei tubi inizia dal collettore superiore di ritorno. L'allacciamento al collettore avviene a seconda del tipo di tubo con i raccordi Eurokonus (ad es. art. 0878 343 590) oppure con gli adattatori di allacciamento a stringere (ad es. art. 0878 386 011). I tubi vanno protetti nel passaggio dalla cassetta al pavimento mediante guaine protettive (art. 0878 386 103) oppure curve di sostegno (art. 0878 900 744). Nello sviluppo dei circuiti il passo di posa e la direzione dei tubi è libera da vincoli, fermo restando il rispetto delle prescrizioni riportate nell'eventuale progetto.

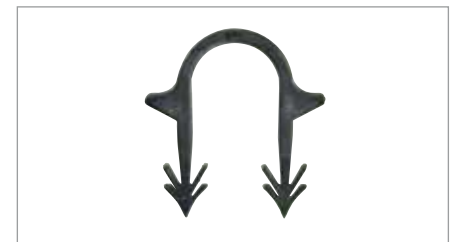
In base al tipo ed al passo di posa prescelto, ancorare il tubo direttamente allo strato isolante con i chiodi RAP di fissaggio (art. 0878 900 777).

I chiodi RAP di fissaggio vengono applicati con l'ausilio della macchina inchiodatrice (art. 0878 900 778) ad una distanza di ca. 0,5 m. Nei tratti di curvatura dei tubi è invece necessario un fissaggio più stretto, sempre rispettando il raggio di curvatura minimo, pari a 8 volte il diametro esterno del tubo.

Per la posa possono essere utilizzati i seguenti tubi:

- Tubo RAP PE-MDX 17 o 20 a media densità
- Tubo RAP PE-X 17 ad alta densità
- Tubo Stabil 16

In base al progetto dei giunti ed in accordo con il massettista, collocare dei giunti di dilatazione (vedi anche paragrafo "Tagli dei massetti" in questo capitolo). Lungo questi



Chiodo RAP



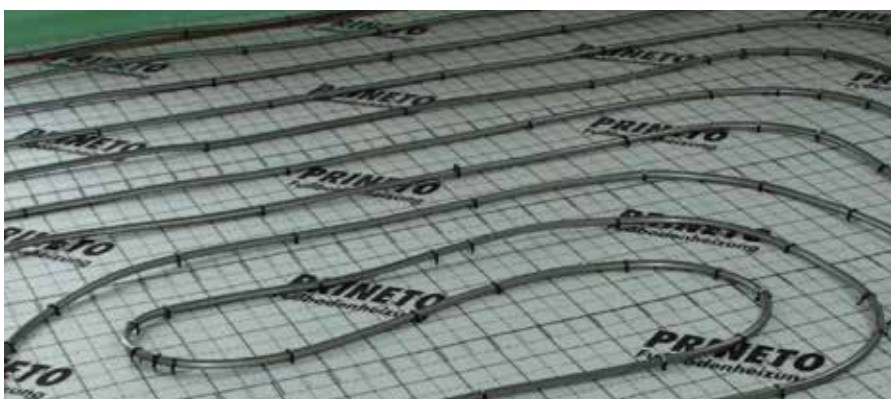
Macchina inchiodatrice

punti applicare il giunto di dilatazione DUAL (0878 900 790) il quale presenta un'estremità piatta con striscia adesiva per l'applicazione diretta sulla superficie di pannelli isolanti lisci, ed un'estremità tonda per l'incastro tra le bugne degli isolanti preformati. Nella zona di passaggio attraverso i giunti di dilatazione, proteggere le tubazioni di adduzione dai possibili movimenti del massetto applicando le apposite guaine protettive pretagliate (art. 0878 386 103). Dopo la stesura del massetto rifilare la parte di giunto in eccedenza.

Una volta ultimato l'impianto a pavimento, ogni singolo circuito va risciacquato con acqua e sfiatato. Tutti i circuiti allacciati al collettore vanno sottoposti ad una prova di pressione (vedi protocollo di prova pressione). La pressione va mantenuta anche durante la gettata del massetto.

### Attenzione:

In caso di rischio di gelo adottare idonee precauzioni, ad es. utilizzare del liquido antigelo o temperare l'edificio.



Dopo aver posato il massetto dovrà essere effettuato il bilanciamento idraulico dei singoli circuiti a pavimento e l'avviamento iniziale del riscaldamento.

## Sistema Binario - Indicazioni di posa

Osservare le indicazioni generali riportate nel catalogo per il montaggio e la posa degli impianti di riscaldamento a pavimento, nonché le descrizioni relative all'isolazione da applicare sotto alle tubazioni riscaldanti a pavimento.



Dopo aver applicato la striscia perimetrale adesiva (art. 0878 900 780) viene posato il **pannello termoisolante in rotolo** (art. 0878 900 766/767) oppure il **pannello liscio in lastre** (art. 0878 900 710/711) in tutti gli ambienti da riscaldare. Le file dei pannelli isolanti vanno disposte preferibilmente nel senso della parete più lunga del locale da riscaldare, partendo dall'angolo di sinistra di detta parete. Appoggiare i pannelli alla striscia perimetrale avendo cura di posizionare la pellicola trasparente in PE della striscia stessa sopra al pannello. Nel tagliare i pannelli isolanti fare attenzione all'ortogonalità ed alla precisione (consigliamo come supporto al taglio l'utilizzo di una staggia) in modo da evitare eventuali ponti termici ed acustici, spesso causati da "spazi vuoti" dovuti a tagli grossolani dei pannelli. Per effettuare la rifilatura del materiale isolante in polistirolo può essere utilizzato un taglierino affilato.

In caso di utilizzo dei pannelli in rotolo con pellicola alluminizzata e pretracciata (art. 0878 900 766/767), questi andranno posati posizionando la prima fila di pannelli con la pellicola di sovrapposizione contro il muro.

Ogni fila seguente coprirà la precedente con la pellicola di sovrapposizione adesiva del pannello stesso. Il foglio trasparente in PE della striscia perimetrale dovrà essere attaccato sulla superficie dell'isolazione con del nastro adesivo, in modo da evitare infiltrazioni d'aria e dell'impasto del massetto nella zona della parete. Per lo stesso motivo dovranno essere sigillati anche tutti i bordi di taglio dell'isolazione e tutte le sovrapposizioni delle pellicole adesive.

In caso di utilizzo dei pannelli lisci in lastre con pellicola in PS e pretracciata a croce (art. 0878 900 710/711), dovranno essere osservate le stesse indicazioni del pannello in rotolo. L'unica differenza riguarda la giunzione tra i pannelli che in questo caso avverrà ad incastro mediante scanalature maschio/femmina lungo il perimetro del pannello (vedi procedura di posa del pannello del sistema Bugnato Standard).

Scegliere lo spessore del pannello isolante dalla gamma in base all'esigenza del cantiere (vedi anche paragrafo "Resistenza termica dell'isolante secondo UNI EN 1264-4" in questo capitolo).

Una volta posato l'isolante applicare i binari autoadesivi (da richiedere come articolo speciale), della lunghezza di 4 m cadauno, a seconda della direzione o del tipo di posa del tubo. Per fare ciò togliere il nastro di protezione dello strato adesivo posto alla base dei binari, e quindi incollarli mediante pressione direttamente sulla superficie del pannello isolante. Detti binari sono accorciabili (ogni 10 cm) nei punti di rottura presegnati sui binari stessi, senza l'impiego di alcun utensile. Il passo di posa consentito dalle scanalature dei binari è di 50 mm e multipli. La distanza tra un binario e l'altro non deve essere superiore ad 1 m.

La posa dei tubi inizia dal collettore superiore di ritorno. L'allacciamento al collettore avviene a seconda del tipo di tubo con i raccordi Eurokonus (ad es. art. 0878 343 590) oppure con

gli adattatori di allacciamento stringere (ad es. art. 0878 386 011). I tubi vanno protetti nel passaggio dalla cassetta al pavimento mediante guaine protettive (art. 0878 386 103) oppure curve di sostegno (art. 0878 900 744). Il passo di posa consentito dalle scanalature dei binari è di 50 mm e multipli, fermo restando il rispetto delle prescrizioni riportate nell'eventuale progetto.





In base al tipo ed al passo di posa prescelto, inserire il tubo direttamente nelle scanalature dei binari di fissaggio mediante pressione con il piede. Nei tratti di curvatura i tubi vengono invece fissati a dei piccoli pezzi di binario oppure con alcuni chiodi di fissaggio RAP, sempre rispettando il raggio di curvatura minimo, pari a 8 volte il diametro esterno del tubo.



Per la posa possono essere utilizzati i seguenti tubi:

- Tubo RAP PE-MDX 17 o 20 a media densità
- Tubo RAP PEX 17 ad alta densità
- Tubo Stabil 16

In base al progetto dei giunti ed in accordo con il massettista, collocare dei giunti di dilatazione (vedi anche paragrafo "Tagli dei massetti" in questo capitolo). Lungo questi punti applicare il giunto di dilatazione DUAL (0878 900 790) il quale presenta un'estremità piatta con striscia adesiva per l'applicazione diretta sulla superficie di pannelli isolanti lisci, ed un'estremità tonda per l'incastro tra le bugne degli isolanti preformati. Nella zona di passaggio attraverso i giunti di dilatazione, proteggere le tubazioni di adduzione dai possibili movimenti del massetto applicando le apposite guaine protettive pretagliate (art. 0878 386 103). Dopo la stesura del massetto rifilare la parte di giunto in eccedenza.



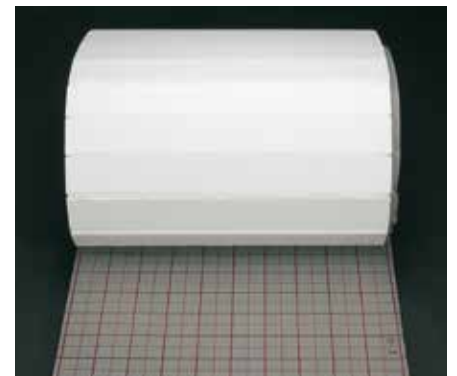
Pannello liscio in lastre

Una volta ultimato l'impianto a pavimento, ogni singolo circuito va risciacquato con acqua e sfiatato. Tutti i circuiti allacciati al collettore vanno sottoposti ad una prova di pressione (vedi protocollo di prova pressione). La pressione va mantenuta anche durante la gettata del massetto.

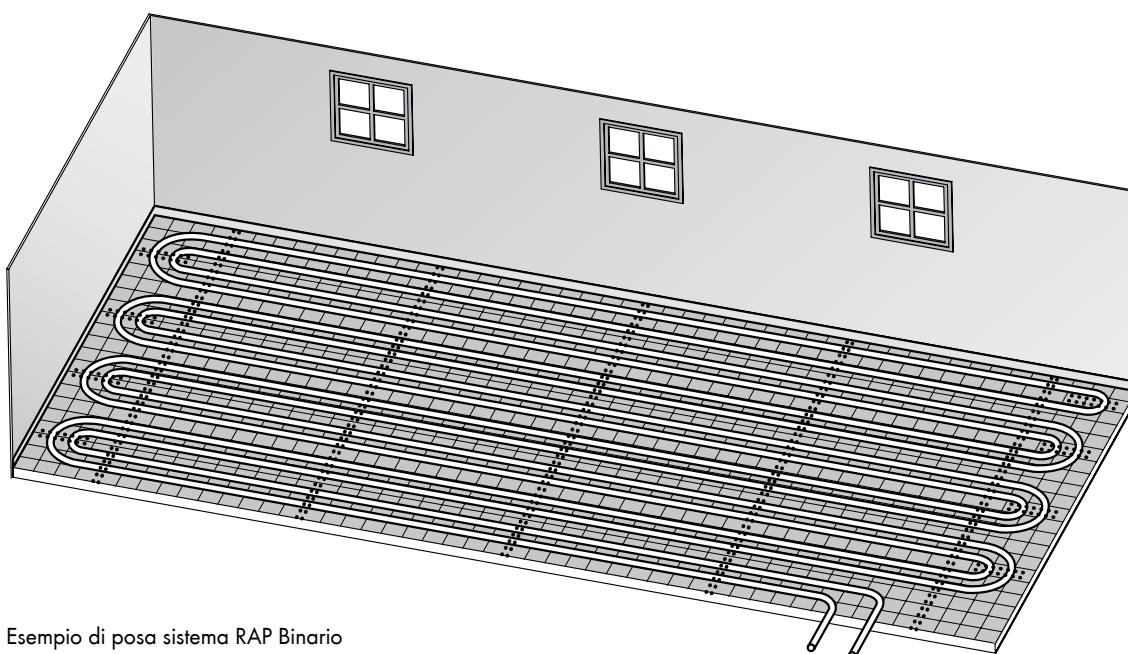
### Attenzione:

In caso di rischio di gelo adottare idonee precauzioni, ad es. utilizzare del liquido antigelo o temperare l'edificio.

Dopo aver posato il massetto dovrà essere effettuato il bilanciamento idraulico dei singoli circuiti a pavimento e l'avviamento iniziale del riscaldamento.



Pannello termoisolante in rotolo



Esempio di posa sistema RAP Binario

## Sistema Bugnato Standard, Top e Silence - Indicazioni di posa

Osservare le indicazioni generali riportate nel catalogo per il montaggio e la posa degli impianti di riscaldamento a pavimento, nonché le descrizioni relative all'isolazione da applicare sotto alle tubazioni riscaldanti a pavimento.

Dopo aver applicato la striscia perimetrale adesiva (art. 0878 900 780) viene posato in tutti gli ambienti da riscaldare, a seconda del sistema prescelto:

- **Sistema Bugnato Standard: pannello termoisolante sagomato di colore rosso** (art. 0878 900 709/712/755)
- **Sistema Bugnato Top: pannello isolante con pellicola rigida di colore nero** (art. 0878 900 115/116/117/118)
- **Sistema Bugnato Silence: pannello fonoassorbente isolante accoppiato di colore nero** (art. 0878 900 111/112/113/114)

Le file dei pannelli isolanti vanno disposte preferibilmente nel senso della parete più lunga del locale da riscaldare, partendo dall'angolo di sinistra di detta parete. Appoggiare i pannelli alla striscia perimetrale avendo cura di posizionare la pellicola trasparente in PE della striscia stessa sopra al pannello. Nel tagliare i pannelli isolanti fare attenzione all'ortogonalità ed alla precisione (consigliamo come supporto al taglio l'utilizzo di una staggia) in modo da evitare eventuali ponti termici ed acustici, spesso causati da "spazi vuoti" dovuti a tagli grossolani dei pannelli. Per effettuare la rifilatura del materiale isolante in polistirolo può essere utilizzato un taglierino affilato.



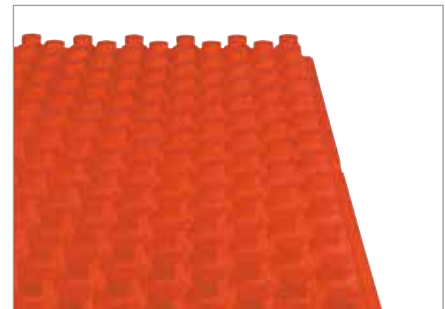
Scegliere lo spessore del pannello isolante dalla gamma in base all'esigenza del cantiere (vedi anche paragrafo "Resistenza termica dell'isolante secondo UNI EN 1264-4" in questo capitolo).

Se la posa inizia con un pannello integro (ad es. preso da una confezione nuova) ritagliare, prima dell'applicazione, l'incastro sporgente (maschio) presente lungo due lati del pannello. Applicare quindi i due lati "ritagliati" rivolti verso le pareti dell'angolo di partenza a sinistra della parete guida (vedi il bordo blu nell'esempio di posa).

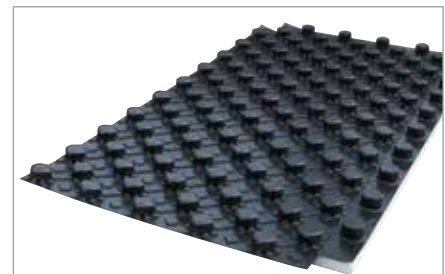
### Attenzione:

Anche se la posa dovesse iniziare con residui di pannelli da un locale precedentemente posato, fare attenzione che i due bordi del pannello con l'invito all'incastro (femmina) siano sempre rivolti verso la parte centrale e libera del locale (vedi il bordo rosso nell'esempio di posa)!

Il successivo pannello andrà posizionato alla destra del pannello di partenza, sempre lungo la parete guida. Di questo pannello ritagliare, prima della posa, solo l'incastro sporgente (maschio) sul lato lungo del pannello, rivolgendolo poi questo lato "ritagliato" verso la parete (vedi il bordo verde nell'esempio di posa). Utilizzare quindi il rimanente incastro sporgente (maschio) posto sul bordo corto del pannello (a sinistra del pannello di destra) per agganciarsi al pannello di partenza, e così via. In questo modo viene a crearsi un'unione tra i pannelli resistente ed impermeabile.



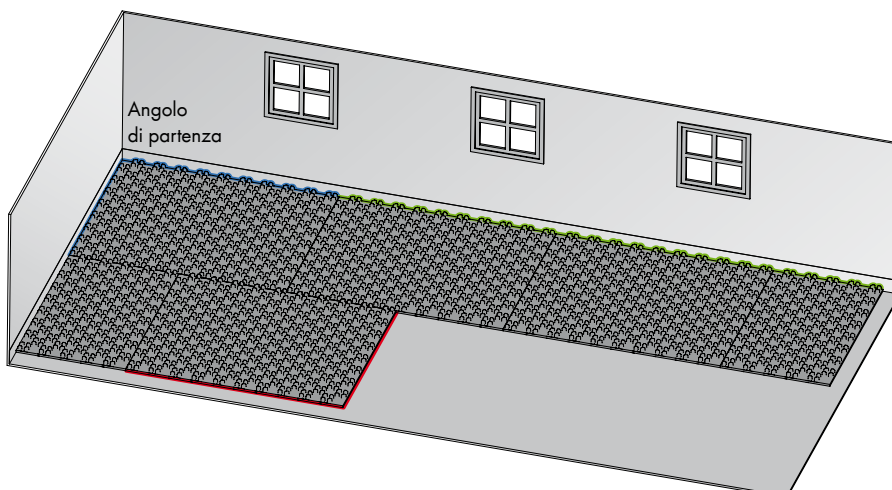
Pannello sistema Bugnato Standard



Pannello sistema Bugnato Top



Pannello sistema Bugnato Silence



Esempio di posa sistema RAP Bugnato Standard, Top e Silence

Proseguire la posa verso destra fino al raggiungimento della parete opposta. L'ultimo pannello della fila verrà tagliato della restante misura necessaria ad arrivare contro il muro di destra, e la parte rimanente verrà utilizzata come inizio di posa (da sinistra) della fila successiva di pannelli.

### Consiglio:

Ritagliare l'incastro sporgente (maschio) sul lato lungo dell'ultimo pannello della prima fila di posa (aderente alla parete guida), solo dopo aver tagliato il pannello stesso della restante misura necessaria ad arrivare contro il muro di destra! Questo perchè, per poter utilizzare il pannello residuo come inizio di posa della fila successiva, dovrà essere ancora disponibile l'incastro sporgente (maschio) per potersi agganciare al pannello della fila precedente.

In questo modo la posa viene effettuata con pochi scarti e senza fessure di connessione. L'incastro sporgente (maschio) viene premuto sull'invito all'incastro (femmina) del pannello adiacente già posato.

### Consiglio:

Una volta raggiunta con la posa dei pannelli la parete del locale "inferiore" (opposta a quella guida di partenza), gli eventuali residui dei pannelli tagliati nell'ultima fila possono essere riutilizzati come fila iniziale nel locale successivo. Solamente per il primo pannello di posa da posizionare nell'angolo di partenza del nuovo locale, sarà necessario rifilare il rimanente incastro sporgente (maschio) sul lato sinistro del pannello (lato corto).

La posa dei tubi inizia dal collettore superiore di ritorno. L'allacciamento al collettore avviene a seconda del tipo di tubo con i raccordi Eurokonus (ad es. art. 0878 343 590) oppure con gli adattatori di allacciamento a stringere (ad es. art. 0878 386 011). I tubi vanno protetti nel passaggio dalla cassetta al pavimento mediante

guaine protettive (art. 0878 386 103) oppure curve di sostegno (art. 0878 900 744). Il passo di posa consentito dalle bugne dei pannelli è di 50 mm e multipli, fermo restando il rispetto delle prescrizioni riportate nell'eventuale progetto.

In base al tipo ed al passo di posa prescelto, inserire il tubo direttamente tra le bugne dei pannelli mediante pressione con il piede. Nei tratti di curvatura rispettare il raggio di curvatura minimo, pari a 8 volte il diametro esterno del tubo.

Bloccare tra le bugne il foglio trasparente in PE della striscia perimetrale incastrandoci sopra il tubo passante in prossimità del muro, in modo da evitare infiltrazioni d'aria e dell'impasto del massetto nella zona della parete.

Per la posa possono essere utilizzati i seguenti tubi:

- Tubo RAP PE-MDX 17 a media densità
- Tubo RAP PE-X 17 ad alta densità
- Tubo Stabil 16

In base al progetto dei giunti ed in accordo con il massettista, collocare dei giunti di dilatazione (vedi anche paragrafo "Tagli dei massetti" in questo capitolo). Lungo questi punti applicare il giunto di dilatazione DUAL (0878 900

790) il quale presenta un'estremità piatta con striscia adesiva per l'applicazione diretta sulla superficie di pannelli isolanti lisci, ed un'estremità tonda per l'incastro tra le bugne degli isolanti preformati. Nella zona di passaggio attraverso i giunti di dilatazione, proteggere le tubazioni di adduzione dai possibili movimenti del massetto applicando le apposite guaine protettive pretagliate (art. 0878 386 103). Dopo la stesura del massetto rifilare la parte di giunto in eccedenza.

Una volta ultimato l'impianto a pavimento, ogni singolo circuito va risciacquato con acqua e sfiatato. Tutti i circuiti allacciati al collettore vanno sottoposti ad una prova di pressione (vedi protocollo di prova pressione). La pressione va mantenuta anche durante la gettata del massetto.

### Attenzione:

In caso di rischio di gelo adottare idonee precauzioni, ad es. utilizzare del liquido antigelo o temperare l'edificio.

Dopo aver posato il massetto dovrà essere effettuato il bilanciamento idraulico dei singoli circuiti a pavimento e l'avviamento iniziale del riscaldamento.



Striscia perimetrale adesiva



## Regolazione della temperatura ambiente

L'art. 4 al comma 21 del D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59 "Regolamento di attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia", stabilisce che:

Per tutti gli edifici e gli impianti termici nuovi o ristrutturati, è prescritta l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed

esposizioni uniformi al fine di non determinare sovrariscaldamento per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni.

Per rispondere a questa esigenza sono disponibili nella gamma, sia per il riscaldamento tradizionale che per quello a pavimento, dei dispositivi di regolazione atti a controllare la temperatura ambiente nei locali da riscaldare.

Questa gamma si compone di:

- Termostato digitale (art. 0878 900 100)
- Cronotermostato digitale (art. 0878 900 101)
- Testine elettrotermiche (art. 0878 900 199)

### Termostato digitale a parete

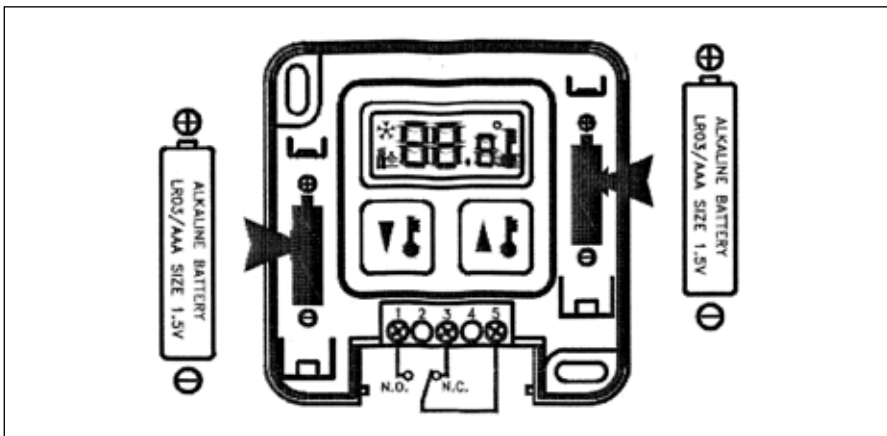
Il termostato digitale (art. 0878 900 100) è un componente costituito da un interruttore la cui azione on-off (aperto-chiuso) è comandata da una variazione di una temperatura di un elemento sensibile che è parte del componente stesso.

La regolazione della temperatura è a programmazione fissa ed avviene mediante semplice pressione del tasto ▲ per alzare o del tasto ▼ per abbassare la temperatura ambiente desiderata.

Dimensioni: 70 x 70 x 30 mm



### Schema di cablaggio



Portata dei contatti: 8 A / 250 V

#### Indicazione:

Il luogo per l'installazione deve essere scelto in modo che il termostato possa cogliere la temperatura della stanza nella maniera più precisa.

Evitare quindi il montaggio in nicchie, dietro a tendaggi, in zone influenzate dalle radiazioni solari dirette o in prossimità di sorgenti di calore o di freddo. L'altezza del montaggio deve essere di circa 1,5 m dal pavimento.

#### Indicazione:

Per qualsiasi altra informazione d'installazione e/o di settaggio consultare le istruzioni contenute all'interno della confezione.

#### Attenzione:

Spegnere l'alimentazione elettrica principale prima di installare il termostato.

#### Indicazione:

L'installazione elettrica deve essere eseguita da personale qualificato e nel rispetto delle Norme CEI e CE vigenti.



## Cronotermostato digitale a parete

Il cronotermostato digitale (art. 0878 900 101) è un componente costituito da un interruttore la cui azione on-off (aperto-chiuso) è comandata da una variazione di una temperatura di un elemento sensibile che è parte del componente stesso.

Questo cronotermostato comanda il sistema di riscaldamento in modo da farlo lavorare con due modalità pre-selezionate (COMFORT ed ECONOMY). La programmazione è indipendente per tutti i giorni della settimana ed ogni giorno è suddiviso in 48 fasce orarie programmabili. L'apparecchio fornisce quindi

agli utenti il grande vantaggio di selezionare l'impostazione della temperatura desiderata secondo le varie esigenze quotidiane.

L'ampio schermo LCD è prodotto con design di programmazione molto intuitivo e con funzione di illuminazione incorporata per agevolare gli utenti anche presenza di ambienti bui.

Il cronotermostato dispone della funzione STAND-BY che permette in modo semplice e veloce di sospendere temporaneamente il riscaldamento quando non è necessario o richiesto.



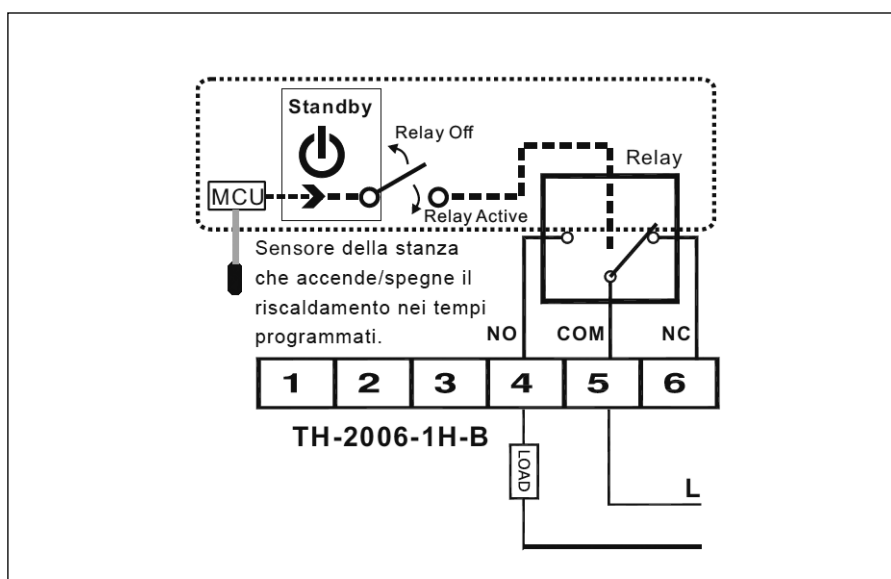
### Caratteristiche tecniche:

Memoria di Backup:	EEPROM
Range di temperatura del display:	0÷50 °C
Range di misura della temperatura:	5÷35 °C
Intervallo di campionamento della temperatura:	1 min
Isteresi:	0,5 °C
Scala di regolazione della temperatura:	1 °C
Scala di visualizzazione della temperatura:	0,1 °C
Stima del rendimento:	10 A / 250 V, senza tensione elettrica, SPDT
Dimensione:	140 x 85 x 30 mm

### Indicazione:

Il luogo per l'installazione deve essere scelto in modo che il termostato possa cogliere la temperatura della stanza nella maniera più precisa. Evitare quindi il montaggio in nicchie, dietro a tendaggi, in zone influenzate dalle radiazioni solari dirette o in prossimità di sorgenti di calore o di freddo. L'altezza del montaggio deve essere di circa 1,5 m dal pavimento.

### Schema di cablaggio



Portata dei contatti: 10 A / 250 V

Contatto Pulito

### Attenzione:

Spegnere l'alimentazione elettrica principale prima di installare il cronotermostato.

### Indicazione:

L'installazione elettrica deve essere eseguita da personale qualificato e nel rispetto delle Norme CEI e CE vigenti.

### Indicazione:

Per qualsiasi altra informazione d'installazione e/o di settaggio consultare le istruzioni contenute all'interno della confezione.

## Testina elettrotermica

La testina elettrotermica a 4 fili (art. 0878 900 199) trova il suo impiego negli impianti di riscaldamento ed è adatta per l'installazione su collettori di distribuzione per impianti riscaldamento, ma anche su valvole di zona. Questa valvola può essere infatti utilizzata sia sui collettori RAP (ad es. art. 0878 386 700) che sulla valvola di zona (art. 0878 900 025) per collettore complanare.

Le testine elettrotermiche possono essere quindi installate sui singoli circuiti di un collettore e permettono il controllo, mediante l'abbinamento ad un termostato ambiente, della temperatura di ogni locale o zona collegata

al collettore stesso. La funzione della testina è quella di aprire o chiudere il circuito sul quale è inserita, a seconda della temperatura rilevata dal termostato ambiente a cui è collegata. Ad esempio, se la temperatura ambiente risultasse più bassa di quella impostata sul termostato a comando di quel locale, la testina si aprirà e viceversa. Un termostato può anche comandare più testine, mediante collegamento elettrico in parallelo.



### Caratteristiche tecniche:

Tensione d'esercizio:	230 V AC, 50/60 Hz
Potenza d'esercizio:	1,8 W
Corrente d'inserzione:	max. 300 mA per max. 200 ms
Con contatto di fine corsa	
Corrente di commutazione:	230 V AC: 5 A (1 A)
Classe di protezione:	II
Grado di protezione:	IP 54
Temperatura ambiente:	0°C...60°C
Temperatura di stoccaggio:	-25°C...65°C
Tempo apertura/chiusura:	3 min
Filetto:	M 30 x 1,5
Normalmente chiusa	

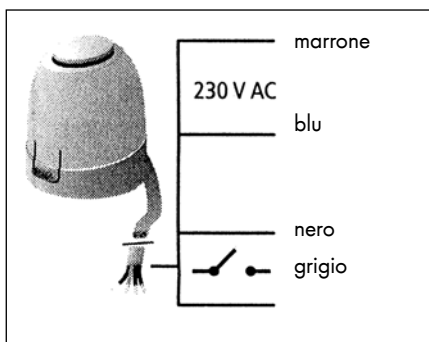
### Indicazione:

L'installazione elettrica deve essere eseguita da personale qualificato e nel rispetto delle Norme CEI e CE vigenti.

### Indicazione:

Per qualsiasi altra informazione d'installazione e/o di settaggio consultare le istruzioni contenute all'interno della confezione.

### Schema di cablaggio



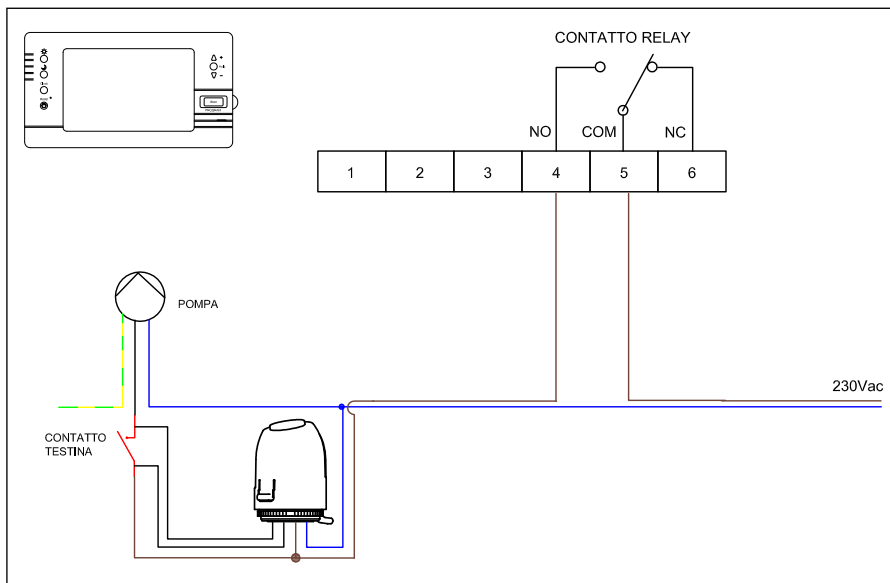
Per il collegamento delle testine al termostato o al cronotermostato ambiente ed all'eventuale pompa di circolazione, vedere le indicazioni alla pagina seguente.

Le testine a 4 fili sono dotate di un contatto ausiliario che, chiudendosi, indica l'avvenuta apertura della testina, dando così il consenso per l'avvio, ad esempio, di una pompa. E' infatti importante consentire il funzionamento della pompa di circolazione solamente a testina aperta, in modo tale da evitare il sovraccarico (e talvolta la rottura) della pompa stessa ed un inutile spreco di energia.

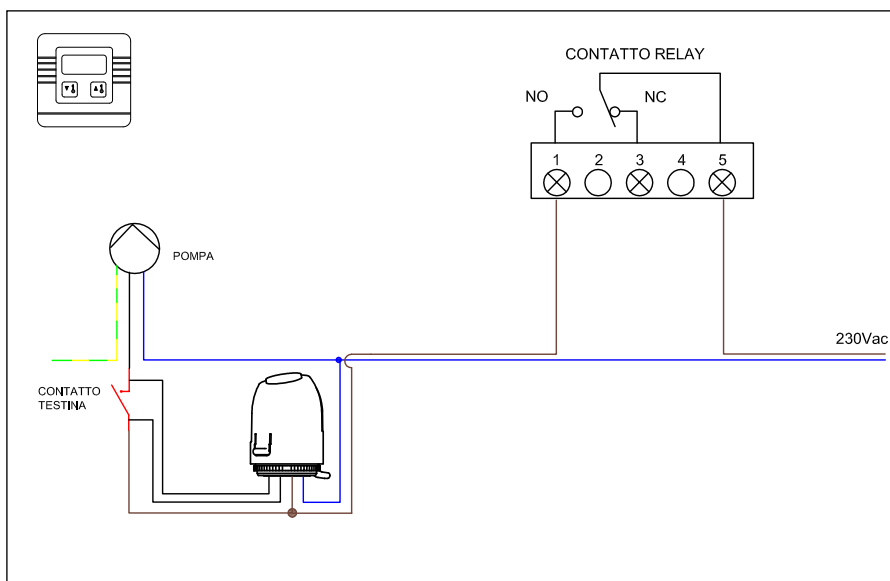
Anche in presenza di più testine, questo tipo di collegamento fa in modo che la prima testina che va in apertura chiude il proprio contatto ausiliario facendo dunque partire la pompa, mentre nel caso in cui tutte le testine vadano in chiusura, l'ultima sarà quella che spegne la pompa. L'apertura e la chiusura delle testine è determinata, ovviamente, dalla richiesta o meno di temperatura da parte dei termostati ambiente

collegati.

Riportiamo di seguito gli schemi elettrici di collegamento della testina a 4 fili al termostato o al cronotermostato (illustrati alle pagine precedenti) ed all'eventuale pompa di circolazione:



Schema elettrico di collegamento Testina-Cronotermostato-Pompa



Schema elettrico di collegamento Testina-Termostato-Pompa

# Prova di pressione degli impianti di riscaldamento a pavimento RAP

secondo UNI EN 1264-4

Ultimata l'installazione e prima della gettata del massetto o di altra copertura, i circuiti degli impianti di riscaldamento a pavimento ad acqua calda vanno sottoposti ad una prova di pressione con acqua secondo norma UNI EN 1264 parte 4 per verificarne la stabilità e la tenuta. La prova va protocollata ed il protocollo deve essere controfirmato dal committente e dal tecnico specializzato che l'ha effettuata (collaudatore).

La pressione utilizzata nella prova deve essere il doppio della pressione di esercizio dell'impianto, e comunque non inferiore a 6 bar. Questa pressione dovrà essere mantenuta costante nei tubi durante la posa del massetto.

## Attenzione:

In caso di utilizzo di collettori con flussometri (ad es. collettori RAP), la pressione di prova non deve superare i 6 bar. In caso di utilizzo di collettori con semplici detentori, la pressione di prova non deve superare i 10 bar.

Le proprietà del materiale dei tubi in plastica comportano una dilatazione del tubo durante la prova di pressione, che porta ad una diminuzione della pressione stessa. Anche le variazioni di temperatura del fluido falsano l'esito della prova. Per questi motivi, durante la prova, dovrebbe essere mantenuta una temperatura del fluido possibilmente costante, e la pressione iniziale dovrebbe essere ristabilita più volte dopo la dilatazione dei tubi.

La prova di pressione con acqua va effettuata come segue:

1. Separare i collettori dal resto dell'impianto, chiudendo le valvole di intercettazione
2. Chiudere sia la mandata che il ritorno di tutti i singoli circuiti dell'impianto a pavimento (flussometri + valvole)
3. Collegare l'acquedotto al rubinetto di carico del collettore di mandata ed un tubo di scarico a quello del collettore di ritorno, assicurandosi di portarlo fino in luogo di scarico opportuno
4. Aprire l'acquedotto
5. Aprire il primo circuito (mandata + ritorno)
6. Una volta riempito e sfiatato completamente, chiudere il ritorno del circuito
7. Proseguire quindi con il circuito successivo ripetendo i sopra elencati passi 5 e 6
8. Finita la procedura di riempimento e di sfiatatura di tutti i circuiti, chiudere lo scarico, scollegare l'acquedotto e collegare un gruppo di messa in pressione
9. Aprire completamente tutti i circuiti (mandata e ritorno)
10. Preparare la prova alimentando tutto l'impianto alla pressione secondo UNI EN 1264-4 (pressione di esercizio x 2, con un minimo di 6 bar). Ripristinare la pressione iniziale una volta dopo 30 minuti ed una seconda volta dopo altri 30 minuti. Dopo un'ulteriore mezz'ora (in tutto 1 ora e 30 minuti dall'inizio) ha inizio la prova (senza ripristinare nuovamente la pressione iniziale!)
11. La prova si intende superata se nell'arco di 24 ore il calo di pressione è inferiore ad 1,5 bar e se non viene riscontrato alcun difetto di tenuta

## Consiglio:

Dopo la prova di pressione ad acqua fredda, consigliamo di riscaldare gradualmente l'impianto e di verificarne la tenuta alla massima temperatura di esercizio consentita. Il riscaldamento dei tubi elimina le tensioni di posa. Durante la posa del massetto la pressione di prova deve essere ristabilita.

In caso di rischio di gelo adottare idonee precauzioni, ad es. utilizzare del liquido antigelo o temperare l'edificio. Se per il normale esercizio dell'impianto non dovesse essere necessaria un'ulteriore protezione dal gelo, il liquido antigelo deve essere eliminato svuotando e lavando l'impianto, e cambiando l'acqua almeno tre volte.

# Protocollo di prova pressione per riscaldamento a pavimento

secondo UNI EN 1264 - 4

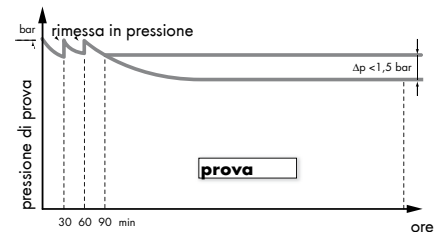
**Oggetto:** \_\_\_\_\_

**Committente:** \_\_\_\_\_

**Collaudatore:** \_\_\_\_\_

## Descrizione circuiti

14	_____	m
16	_____	m
17	_____	m
20	_____	m
25	_____	m



## Preparazione (durata 90 minuti)

Inizio	_____	ora
Fine	_____	ora

Pressione di prova (2 x pressione d'esercizio, min. 6 bar)	_____	bar
Pressione dopo 90 minuti (inizio della prova)	_____	bar

## Prova (durata 24 ore)

Inizio	_____	ora
Fine	_____	ora

Pressione all'inizio della prova	_____	bar
Pressione dopo 24 ore	_____	bar
Calo di pressione (max. 1,5 bar)	_____	bar

### Indicazioni:

La temperatura dell'acqua di prova deve essere tenuta il più possibile costante. Riempire le tubazioni con acqua.

Sfiatare completamente le tubazioni.

## Esito della prova di pressione

**Prova di pressione superata**      si       no

**Constatati difetti di tenuta**      si       no

\_\_\_\_\_  
Firma collaudatore

\_\_\_\_\_  
Luogo, Data

\_\_\_\_\_  
Firma committente o delegato

## Avviamento iniziale del riscaldamento a pavimento

In base alla norma UNI EN 1264-4, si può procedere ad un'iniziale accensione dell'impianto una volta trascorso un periodo di almeno 21 giorni dopo la posa del massetto in cemento o in conformità alle istruzioni del fabbricante, e comunque dopo almeno 7 giorni in caso di massetti a base di anidride.

Questo processo viene eseguito allo scopo di asciugare i massetti dall'umidità, favorendo così il lavoro del pavimentista.

Il riscaldamento iniziale comincia ad una temperatura di alimentazione compresa tra

20°C e 25°C, che deve essere mantenuta per almeno 3 giorni. Successivamente, occorre impostare la temperatura massima di progetto, che deve essere mantenuta per almeno altri 4 giorni. Si consiglia comunque di passare gradualmente (circa 3°C al giorno) dalla temperatura iniziale a quella massima di progetto, anche a costo di prolungare i tempi del preriscaldamento. E' consigliato anche di impostare la temperatura iniziale del riscaldamento su un valore che non sia superiore di 5°C rispetto alla temperatura esterna, in modo da evitare

un eventuale shock termico del massetto con conseguenti rotture dello stesso.

Secondo la norma UNI EN 1264-4, il processo di avviamento del riscaldamento deve essere documentato mediante apposito protocollo (vedi pagina seguente), da consegnare al committente.

# Protocollo di avviamento iniziale del riscaldamento a pavimento

secondo UNI EN 1264-4

**Oggetto:** \_\_\_\_\_

**Committente:** \_\_\_\_\_

**Idraulico:** \_\_\_\_\_

**Massetista:** \_\_\_\_\_

Tipologia massetto \_\_\_\_\_  Massetto in cemento  Massetto anidritico  Massetto autolivellante

Additivo massetto \_\_\_\_\_ Classe di resistenza alla flessione e/o classe di durezza (UNI EN 13813) \_\_\_\_\_

Spessore totale massetto (incluso diametro tubo) \_\_\_\_\_ mm

**Data ultimazione posa del massetto** \_\_\_\_\_

Tempo di stagionatura massetto in cemento: 21 giorni      Tempo di stagionatura massetto anidritico: 7 giorni

	Data inizio	Temp. mandata impostata	Temp. ritorno misurata	Tempo min. richiesto	Data fine
<b>Accensione</b>	→	20	→		
		25	→	mantenere 3 giorni	→
<b>Innalza-mento</b>	→	30	→		
		35	→		
		40	→		
		45	→		→
<b>Max. riscaldamento</b>	→	Massima temperatura di progetto	→	mantenere 4 giorni	→
<b>Abbassa-mento</b>	→	45	→		
		40	→		
		35	→		
		30	→		
		25	→		
		20	→		Ultimazione

Consegne per successivi interventi

Temperatura esterna: \_\_\_\_\_ °C    Impianto in funzione: si  no     Temperatura di mandata: \_\_\_\_\_ °C

Osservazioni: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Luogo, Data

Timbro e firma idraulico

Timbro e firma committente/progettista

# Tabelle di dimensionamento di massima per il calcolo delle quantità

Sulla base dei diagrammi di rendimento degli impianti di riscaldamento a pavimento RAP (vedi paragrafo "Diagrammi di rendimento da prove termotecniche" in questo capitolo), sono state sviluppate delle tabelle (vedi pagine seguenti) per il dimensionamento di massima di detti impianti e per il calcolo delle quantità. Queste tabelle sono suddivise a seconda del tipo di resistenza termica del rivestimento del pavimento. Le tabelle si riferiscono ad un salto termico di 7,5 K tra mandata e ritorno, e la perdita di carico massima è stata limitata a 250 hPa. Tuttavia, per effettuare il bilanciamento idraulico, sono necessari calcoli più precisi ed abbastanza complicati e laboriosi. Si consiglia quindi l'utilizzo di software di calcolo specifici per il riscaldamento a pavimento, per ottenere un dimensionamento dell'impianto più corretto ed equilibrato.

A seconda del rivestimento del pavimento, da queste tabelle possono essere ricavate la temperatura ambiente, l'interasse di posa dei tubi, la quantità di tubo al m<sup>2</sup>, la temperatura media dell'acqua di riscaldamento, il flusso termico specifico (resa termica), la temperatura media della superficie del pavimento e la superficie massima riscaldabile di un circuito. Quest'ultimo dato in tabella è molto teorico e consigliamo quindi di ricavarlo basandosi sulla lunghezza massima dei circuiti consigliata di 120 m per le applicazioni civili. Per non oltrepassare tale lunghezza (ipotizzando una distanza max. del circuito dal collettore di 10 m), consigliamo di limitare la superficie massima dei circuiti nei locali da riscaldare a:

- 10 m<sup>2</sup> per circuiti a passo 10 cm
- 15 m<sup>2</sup> per circuiti a passo 15 cm
- 20 m<sup>2</sup> per circuiti a passo 20 cm
- 25 m<sup>2</sup> per circuiti a passo 25 cm
- 30 m<sup>2</sup> per circuiti a passo 30 cm

Nelle applicazioni civili è comunque sconsigliato utilizzare un passo di posa superiore a 20 cm, in quanto la temperatura superficiale del pavimento potrebbe risultare non omogenea.

Nelle tabelle di dimensionamento di massima, i campi privi di colorazione stanno a significare che la temperatura media superficiale del pavimento sarà pari o inferiore a 29°C (zone soggiornali), i campi colorati in rosso tra 29 e 33°C (bagni o simili) mentre i campi colorati in arancione superiore a 33°C (zone perimetrali con un massimo di 35°C).

Per individuare facilmente il valore della resistenza termica dei pavimenti riportiamo di seguito delle tabelle con i valori precalcolati di resistenza termica **R** dei materiali per pavimenti più utilizzati:

CERAMICA	
s	R
6	0,006
8	0,008
10	0,010
12	0,012
14	0,014
16	0,016
18	0,018
20	0,020

PARQUET	
s	R
6	0,030
8	0,040
10	0,050
12	0,060
14	0,070
16	0,080
18	0,090
20	0,100

COTTO	
s	R
10	0,011
15	0,017
20	0,022
30	0,033

MARMO	
s	R
10	0,003
15	0,004
20	0,006
30	0,009

GOMMA	
s	R
2	0,007
3	0,011
4	0,014
5	0,018

MOQUETTE	
s	R
6	0,067
8	0,089
10	0,110
12	0,130
14	0,156 !!!

LINOLEUM	
s	R
2	0,011
3	0,017
4	0,022
5	0,028

### Legenda tabelle:

**R** = resistenza termica del pavimento (m<sup>2</sup>K/W)

**s** = spessore del pavimento (mm)

**!!!** = attenzione - superato il valore di resistenza termica consigliato

### Nota:

In caso di materiale per pavimento non presente nelle precedenti tabelle, richiedere al fornitore del pavimento stesso il relativo valore di resistenza termica, in modo tale da poter verificare che non sia superiore al valore limite consigliato di 0,15 m<sup>2</sup>K/W.



## Tabella di dimensionamento di massima per impianti di riscaldamento a pavimento RAP

Salto termico = 7,5 K ; Perdita di carico = 250 hPa ; Resistenza termica del pavimento  $R_{\lambda,B} = 0,015 \text{ m}^2\text{K/W}$  ; tubo RAP 17 x 2,0 ; 45 mm di massetto in cemento di copertura  $\lambda = 1,2 \text{ W/mK}$   
 Indicativamente utilizzabile per pavimenti in ceramica o pietra naturale

Temp. ambiente	Dati di progetto				Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 30^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 35^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 40^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 45^\circ \text{C}$				
	Passo di posa VA	Quant. tubo lk	Quant. chiodi RAP T	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. AHK	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. AHK	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. AHK	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. AHK	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. AHK
= 15 °C	10	10,0	20	89	23,1	14,9	118	25,5	12,4	148	27,8	10,8	177	30,1	9,6	177	30,1	9,6
	15	6,7	14	77	22,1	18,7	102	24,2	15,6	128	26,3	13,5	153	28,3	12,0	153	28,3	12,0
	20	5,0	10	67	21,2	22,4	89	23,1	18,7	111	24,9	16,2	133	26,7	14,4	133	26,7	14,4
	25	4,0	8	59	20,5	26,1	78	22,2	21,8	98	23,8	18,9	117	25,4	16,8	117	25,4	16,8
	30	3,3	7	51	19,9	30,0	68	21,3	25,0	85	22,8	21,7	102	24,2	19,3	102	24,2	19,3
	10	10,0	20	71	24,6	16,9	100	27,0	13,6	130	29,4	11,6	159	31,8	10,2	159	31,8	10,2
= 18 °C	15	6,7	14	61	23,8	21,1	87	25,9	17,0	113	28,0	14,5	138	30,1	12,8	138	30,1	12,8
	20	5,0	10	53	23,1	25,3	76	25,0	20,4	98	26,8	17,4	120	28,6	15,3	120	28,6	15,3
	25	4,0	8	47	22,5	29,4	66	24,2	23,7	86	25,8	20,2	105	27,4	17,8	105	27,4	17,8
	30	3,3	7	41	22,0	33,6	58	23,5	27,2	75	24,9	23,2	92	26,3	20,4	92	26,3	20,4
	10	10,0	20	59	25,6	18,6	89	28,1	14,6	118	30,5	12,2	148	32,8	10,6	148	32,8	10,6
	15	6,7	14	51	24,9	23,3	77	27,1	18,2	102	29,2	15,3	128	31,3	13,3	128	31,3	13,3
= 20 °C	20	5,0	10	44	24,3	27,8	67	26,2	21,8	89	28,1	18,3	111	29,9	15,9	111	29,9	15,9
	25	4,0	8	39	23,8	32,2	59	25,5	25,3	78	27,2	21,2	98	28,8	18,5	98	28,8	18,5
	30	3,3	7	34	23,4	36,8	51	24,9	28,9	68	26,3	24,3	85	27,8	21,2	85	27,8	21,2
	10	10,0	20	47	26,6	20,9	77	29,1	15,7	106	31,5	12,9	136	33,9	11,1	136	33,9	11,1
	15	6,7	14	41	26,0	26,1	66	28,2	19,7	92	30,3	16,2	118	32,4	13,9	118	32,4	13,9
	20	5,0	10	36	25,5	31,1	58	27,5	23,4	80	29,4	19,3	102	31,2	16,6	102	31,2	16,6
= 22 °C	25	4,0	8	31	25,1	35,9	51	26,9	27,2	70	28,5	22,4	90	30,2	19,3	90	30,2	19,3
	30	3,3	7	27	24,8	40,0	44	26,3	31,0	61	27,8	25,6	78	29,2	22,1	78	29,2	22,1
	10	10,0	20	35	27,5	24,2	65	30,1	17,2	94	32,5	13,8	124	34,9	11,7	124	34,9	11,7
	15	6,7	14	31	27,1	30,0	56	29,3	21,4	82	31,5	17,2	107	33,6	14,6	107	33,6	14,6
	20	5,0	10	27	26,7	35,5	49	28,7	25,5	71	30,6	20,5	93	32,5	17,4	93	32,5	17,4
	25	4,0	8	23	26,4	40,0	43	28,2	29,4	62	29,9	23,7	82	31,5	20,2	82	31,5	20,2
30	3,3	7	20	26,1	40,0	37	27,7	33,5	54	29,2	27,1	71	30,6	23,1	71	30,6	23,1	

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{Fm} < 29^\circ \text{C}$  (zone soggiornali)

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{Fm} > 29^\circ \text{C}$  (bagni o simili)

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{Fm} > 33^\circ \text{C}$  (zone perimetrali)

## Tabella di dimensionamento di massima per impianti di riscaldamento a pavimento RAP

Salto termico = 7,5 K ; Perdita di carico = 250 hPa ; Resistenza termica del pavimento  $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$  ; tubo RAP 17 x 2,0 ; 45 mm di massetto in cemento di copertura  $\lambda = 1,2 \text{ W/mK}$   
 Indicativamente utilizzabile per pavimenti in parquet (10 mm)

Temp. ambiente	Dati di progetto		Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 30^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 35^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 40^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 45^\circ \text{C}$			
	Passo di posa VA	Quant. tubo $l_k$	Quant. chiodi RAP T	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$
t = 15° C	10	10,0	20	72	21,7	16,8	96	23,6	14,0	120	25,6	12,1	143	27,5	10,8
	15	6,7	14	63	20,9	20,8	84	22,7	17,3	105	24,4	15,0	126	26,1	13,4
	20	5,0	10	56	20,3	24,6	75	21,9	20,5	94	23,5	17,8	112	25,0	15,8
	25	4,0	8	49	19,7	28,6	66	21,1	23,8	82	22,5	20,7	98	23,9	18,4
	30	3,3	7	44	19,3	32,3	59	20,6	26,9	74	21,8	23,3	88	23,0	20,8
	10	10,0	20	57	23,4	18,9	81	25,5	15,3	105	27,4	13,0	129	29,3	11,4
t = 18° C	15	6,7	14	51	22,8	23,4	72	24,6	18,9	93	26,4	16,1	114	28,1	14,2
	20	5,0	10	45	22,3	27,7	64	24,0	22,3	82	25,5	19,0	101	27,1	16,8
	25	4,0	8	39	21,9	32,1	56	23,3	25,9	72	24,7	22,1	89	26,1	19,4
	30	3,3	7	35	21,5	36,1	50	22,8	29,2	65	24,1	24,9	80	25,3	21,9
	10	10,0	20	48	24,6	20,8	72	26,7	16,3	96	28,6	13,7	120	30,6	11,9
	15	6,7	14	42	24,1	25,7	63	25,9	20,2	84	27,7	16,9	105	29,4	14,8
t = 20° C	20	5,0	10	37	23,7	30,3	56	25,3	23,8	75	26,9	20,0	94	28,5	17,4
	25	4,0	8	33	23,3	35,0	49	24,7	27,6	66	26,1	23,2	82	27,5	20,2
	30	3,3	7	29	23,0	39,4	44	24,3	31,0	59	25,6	26,1	74	26,8	22,8
	10	10,0	20	38	25,8	23,3	62	27,8	17,6	86	29,8	14,5	110	31,8	12,5
	15	6,7	14	34	25,3	28,7	55	27,2	21,7	76	29,0	17,9	97	30,7	15,4
	20	5,0	10	30	25,0	33,7	49	26,7	25,6	67	28,3	21,1	86	29,8	18,2
t = 22° C	25	4,0	8	26	24,7	38,8	43	26,1	29,5	59	27,6	24,4	75	29,0	21,1
	30	3,3	7	24	24,4	40,0	38	25,8	33,2	53	27,1	27,4	68	28,3	23,7
	10	10,0	20	29	26,9	26,7	53	29,0	19,1	76	31,1	15,4	100	33,0	13,1
	15	6,7	14	25	26,6	32,8	46	28,5	23,6	67	30,3	19,0	89	32,1	16,1
	20	5,0	10	22	26,3	38,3	41	28,0	27,7	60	29,6	22,3	79	31,2	19,0
	25	4,0	8	20	26,1	40,0	36	27,6	31,9	52	29,0	25,8	69	30,4	22,0
30	3,3	7	18	25,9	40,0	32	27,2	35,7	47	28,5	29,0	62	29,8	24,8	

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{Fm} < 29^\circ \text{C}$  (zone soggiornanti)

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{Fm} > 29^\circ \text{C}$  (bagni o simili)

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{Fm} > 33^\circ \text{C}$  (zone perimetrali)

## Tabella di dimensionamento di massima per impianti di riscaldamento a pavimento RAP

Salto termico = 7,5 K ; Perdita di carico = 250 hPa ; Resistenza termica del pavimento  $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$  ; tubo RAP 17 x 2,0 ; 45 mm di massetto in cemento di copertura  $\lambda = 1,2 \text{ W/mK}$   
 Indicativamente utilizzabile per pavimenti in parquet (20 mm) o in moquette (<10 mm)

Temp. ambiente	Dati di progetto				Temperatura media del fluido $\theta_{fm} = 30^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{fm} = 35^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{fm} = 40^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{fm} = 45^\circ \text{C}$				
	Passo di posa VA	Quant. tubo $l_k$	Quant. chiodi RAP T	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$
t = 15° C	10	10,0	20	56	20,3	19,1	75	21,9	15,9	94	23,5	13,8	113	25,0	12,3	113	25,0	12,3
	15	6,7	14	51	19,9	23,4	68	21,3	19,5	85	22,7	16,9	102	24,1	15,0	102	24,1	15,0
	20	5,0	10	46	19,4	27,3	61	20,8	22,8	77	22,1	19,7	92	23,3	17,6	92	23,3	17,6
	25	4,0	8	42	19,1	31,2	55	20,3	26,0	69	21,4	22,5	83	22,6	20,1	83	22,6	20,1
	30	3,3	7	38	18,7	35,0	50	19,8	29,1	63	20,9	25,3	75	22,0	22,5	75	22,0	22,5
	10	10,0	20	45	22,4	21,4	64	24,0	17,3	83	25,6	14,8	102	27,1	13,0	102	27,1	13,0
t = 18° C	15	6,7	14	41	22,0	26,2	58	23,5	21,1	75	24,9	18,0	92	26,3	15,9	92	26,3	15,9
	20	5,0	10	37	21,6	30,6	52	23,0	24,7	67	24,3	21,1	83	25,6	18,5	83	25,6	18,5
	25	4,0	8	33	21,3	34,8	47	22,5	28,1	61	23,7	24,0	75	24,9	21,1	75	24,9	21,1
	30	3,3	7	30	21,0	38,9	43	22,2	31,5	55	23,2	26,9	68	24,3	23,7	68	24,3	23,7
	10	10,0	20	38	23,7	23,5	56	25,3	18,5	75	26,9	15,5	94	28,5	13,5	94	28,5	13,5
	15	6,7	14	34	23,4	28,6	51	24,9	22,5	68	26,3	18,9	85	27,7	16,5	85	27,7	16,5
t = 20° C	20	5,0	10	31	23,1	33,3	46	24,4	26,3	61	25,8	22,1	77	27,1	19,3	77	27,1	19,3
	25	4,0	8	28	22,8	37,9	42	24,1	29,9	55	25,3	25,1	69	26,4	22,0	69	26,4	22,0
	30	3,3	7	25	22,6	40,0	38	23,7	33,4	50	24,8	28,1	63	25,9	24,6	63	25,9	24,6
	10	10,0	20	30	25,0	26,1	49	26,7	19,8	68	28,3	16,3	86	29,9	14,1	86	29,9	14,1
	15	6,7	14	27	24,7	31,8	44	26,3	24,1	61	27,7	19,9	78	29,2	17,2	78	29,2	17,2
	20	5,0	10	25	24,5	36,9	40	25,9	28,1	55	27,2	23,2	71	28,6	20,1	71	28,6	20,1
t = 22° C	25	4,0	8	22	24,3	40,0	36	25,6	31,9	50	26,8	26,4	64	28,0	22,8	64	28,0	22,8
	30	3,3	7	20	24,1	40,0	33	25,3	35,6	45	26,4	29,5	58	27,5	25,6	58	27,5	25,6
	10	10,0	20	23	26,3	29,7	41	28,0	21,5	60	29,7	17,3	79	31,3	14,8	79	31,3	14,8
	15	6,7	14	20	26,1	36,0	37	27,7	26,1	54	29,2	21,1	71	30,6	18,0	71	30,6	18,0
	20	5,0	10	18	25,9	40,0	34	27,4	30,3	49	28,7	24,6	64	30,0	21,0	64	30,0	21,0
	25	4,0	8	17	25,8	40,0	30	27,1	34,3	44	28,3	27,9	58	29,5	23,8	58	29,5	23,8
30	3,3	7	15	25,6	40,0	28	26,8	38,2	40	27,9	31,1	53	29,0	26,6	53	29,0	26,6	

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{fm} < 29^\circ \text{C}$  (zone soggiornali)

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{fm} > 29^\circ \text{C}$  (bagni o simili)

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{fm} > 33^\circ \text{C}$  (zone perimetrali)

## Tabella di dimensionamento di massima per impianti di riscaldamento a pavimento RAP

Salto termico = 7,5 K ; Perdita di carico = 250 hPa ; Resistenza termica del pavimento  $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$  ; tubo RAP 17 x 2,0 ; 45 mm di massetto in cemento di copertura  $\lambda = 1,2 \text{ W/mK}$   
 Indicativamente utilizzabile per pavimenti in moquette (> 10 mm) o tappeti

Dati di progetto		Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 30^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 35^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 40^\circ \text{C}$			Temperatura media del fluido $\theta_{Hm} = 45^\circ \text{C}$					
Temp. ambiente	Passo di posa VA	Quant. tubo $l_r$	Quant. chiodi RAP $T$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	Flusso termico max. q	Temp. media del pavimento $\theta_{Fm}$	Superficie circuito max. $A_{HK}$	
15 °C	10	10,0	20	47	19,5	21,1	62	20,9	17,5	78	22,2	15,2	93	23,5	13,6	
	15	6,7	14	43	19,2	25,5	57	20,4	21,3	71	21,6	18,4	86	22,8	16,4	
	20	5,0	10	39	18,8	29,6	52	20,0	24,7	65	21,1	21,4	78	22,2	19,1	
	25	4,0	8	36	18,5	33,6	48	19,6	27,9	60	20,6	24,2	72	21,7	21,6	
	30	3,3	7	33	18,3	37,4	44	19,3	31,1	55	20,2	27,0	66	21,2	24,0	
	10	10,0	20	37	37	21,7	23,6	53	23,0	19,0	69	24,4	16,2	84	25,7	14,3
18 °C	15	6,7	14	34	21,4	28,5	48	22,7	23,1	63	23,9	19,7	77	25,1	17,3	
	20	5,0	10	31	21,1	33,0	44	22,3	26,7	57	23,4	22,8	70	24,5	20,1	
	25	4,0	8	29	20,9	37,3	41	22,0	30,2	53	23,0	25,8	65	24,0	22,7	
	30	3,3	7	26	20,7	40,0	37	21,7	33,6	48	22,6	28,7	59	23,6	25,3	
	10	10,0	20	31	31	23,1	25,7	47	24,5	20,3	62	25,9	17,0	78	27,2	14,9
	15	6,7	14	29	29	22,9	31,1	43	24,2	24,5	57	25,4	20,6	71	26,6	18,0
20 °C	20	5,0	10	26	22,7	35,9	39	23,8	28,3	52	25,0	23,9	65	26,1	20,8	
	25	4,0	8	24	22,5	40,0	36	23,5	32,0	48	24,6	26,9	60	25,6	23,5	
	30	3,3	7	22	22,3	40,0	33	23,3	35,5	44	24,3	29,9	55	25,2	26,2	
	10	10,0	20	25	24,5	28,5	40	26,0	21,7	56	27,3	17,9	72	28,6	15,5	
	15	6,7	14	23	24,3	34,3	37	25,7	26,2	51	26,9	21,6	66	28,1	18,7	
	20	5,0	10	21	24,2	39,5	34	25,4	30,2	47	26,5	25,0	60	27,7	21,7	
22 °C	25	4,0	8	19	24,0	40,0	31	25,1	34,1	43	26,2	28,2	55	27,2	24,5	
	30	3,3	7	18	23,9	40,0	29	24,9	37,7	39	25,9	31,4	50	26,8	27,2	
	10	10,0	20	19	26,0	32,1	34	27,4	23,4	50	28,8	18,9	65	30,1	16,2	
	15	6,7	14	17	25,8	38,5	31	27,1	28,2	46	28,4	22,9	60	29,6	19,5	
	20	5,0	10	16	25,7	40,0	29	26,9	32,5	42	28,1	26,4	55	29,2	22,6	
	25	4,0	8	14	25,5	40,0	26	26,7	36,5	38	27,8	29,7	50	28,8	25,5	
30	3,3	7	13	25,4	40,0	24	26,5	40,0	35	27,5	33,0	46	28,4	28,3		

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{Fm} < 29^\circ \text{C}$  (zone soggiornali)

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{Fm} > 29^\circ \text{C}$  (bagni o simili)

Temperatura media superficiale del pavimento  $\theta_{Fm} > 33^\circ \text{C}$  (zone perimetrali)

# Progettazione e dimensionamento degli impianti di riscaldamento a pavimento

L'inasprimento dei requisiti in materia di isolamento termico ed il perfezionamento dei materiali isolanti stessi hanno ridotto drasticamente la dispersione termica degli edifici. Il minore fabbisogno termico che ne deriva riesce ad essere coperto, nella maggior parte dei casi, da un impianto di riscaldamento a pavimento.

Il corretto calcolo e dimensionamento dell'impianto con la determinazione delle portate viene solitamente effettuato con l'utilizzo di specifici software di calcolo, essendo piuttosto complicato e laborioso.

Per progettare un impianto di riscaldamento a pavimento sono necessari i seguenti dati:

## Potenza termica di progetto

$Q_H$  (W), che ai sensi della norma UNI EN 1264-3 equivale alla perdita di calore nominale (fabbisogno termico)  $Q_{N,f}$  dell'ambiente da riscaldare calcolata secondo norma UNI EN 12831 (carico termico  $\Phi_{HL}$ )

## Superficie del pavimento riscaldante

$A_F$  (m<sup>2</sup>), corrispondente alla superficie dei locali effettivamente utilizzabile per la posa dei circuiti scaldanti

## Temperatura ambiente nominale

$\theta_i$  (°C), ai sensi della norma UNI EN 12831, corrispondente alla temperatura ambiente operante interna del locale da riscaldare a seconda della destinazione d'uso.

## Temperatura massima superficiale del pavimento

$\theta_{F,max}$  (°C), ai sensi della norma UNI EN 1264-2, corrispondente alla temperatura massima ammissibile del pavimento per ragioni di carattere fisiologico:

Zone soggiornali:

29°C (+ 9 K oltre la temperatura ambiente

nominale di un locale con 20°C)

33°C (+ 9 K oltre la temperatura ambiente

nominale di un bagno con 24°C)

Zone perimetrali:

35°C (+ 15 K oltre la temperatura ambiente

nominale di un locale con 20°C)

La **Temperatura di mandata**  $\theta_V$  (°C),

dovrà essere scelta in modo tale da non superare i valori precedentemente indicati. In caso di sovratemperatura prestabilita del fluido riscaldante, il salto termico dovrà essere tale da garantire i predetti valori di temperatura superficiale massima del pavimento (vedi l'esempio di calcolo).

## Temperatura media del fluido riscaldante

$\theta_{H,m}$  (°C), corrispondente al valore medio tra la temperatura di mandata  $\theta_V$  e quella di ritorno  $\theta_R$  del fluido scaldante

$$\theta_{H,m} = (\theta_V + \theta_R) : 2$$

**Salto termico**  $\sigma$  (K), corrispondente alla differenza tra la temperatura di mandata e quella di ritorno del fluido scaldante

$$\sigma = \theta_V - \theta_R$$

## Resistenza termica del pavimento

$R_{\lambda,B}$  (m<sup>2</sup>K/W), rappresenta la capacità del rivestimento del pavimento di opporre resistenza al passaggio del calore. Per questo essa influisce sensibilmente sulla trasmissione del calore all'ambiente da parte del massetto riscaldato, e si differenzia a seconda dei materiali utilizzati. Di seguito riportiamo come esempio una breve tabella riassuntiva con solo alcuni tipi di pavimento utilizzati, mentre nel paragrafo "Pavimentazioni" potrete trovare una descrizione più accurata sull'argomento.

Rivestimento del pavimento	Resistenza termica
Pietra naturale, piastrelle < 15 mm	0,015 m <sup>2</sup> K/W
Parquet (10 mm)	0,050 m <sup>2</sup> K/W
Moquette (<10 mm)	0,100 m <sup>2</sup> K/W
Tappeto, Moquette (>10 mm)	0,150 m <sup>2</sup> K/W

Dai dati precedenti possono essere ricavati i seguenti parametri:

- **Salto termico medio aria-acqua**

$\Delta\theta_H$  (K), corrispondente alla differenza tra la temperatura media del fluido riscaldante  $\theta_{H,m}$  e la temperatura ambiente nominale  $\theta_i$

$$\Delta\theta_H = \theta_{H,m} - \theta_i$$

- **Salto termico medio aria-acqua di mandata**

$\Delta\theta_V$  (K), corrispondente alla differenza tra la temperatura di mandata del fluido scaldante  $\theta_V$  e la temperatura ambiente nominale  $\theta_i$

$$\Delta\theta_V = \theta_V - \theta_i$$

Indicazione:

Per il salto termico medio aria-acqua  $\Delta\theta_H$ , per il salto termico medio aria-acqua di mandata  $\Delta\theta_V$  e per il salto termico tra mandata e ritorno  $\sigma$ , devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$\Delta\theta_V = \Delta\theta_H + (0,5 \cdot \sigma)$$

quando  $(\sigma : \Delta\theta_H) > 0,5$

$$\Delta\theta_V = \Delta\theta_H + (0,5 \cdot \sigma) + [(12 \cdot \Delta\theta_H) : (12 \cdot \Delta\theta_H)]$$

quando  $(\sigma : \Delta\theta_H) < 0,5$

- **Flusso termico specifico**  $q$  ( $W/m^2$ ), è una potenza espressa per unità di superficie, corrispondente al

quoziente tra la potenza termica di progetto  $Q_H$  e la superficie da riscaldare effettivamente disponibile  $A_F$

$$q = Q_H : A_F$$

- **Passo di posa**  $VA$  (cm), viene determinato a seconda del flusso termico specifico  $q$ , del salto termico medio aria-acqua  $\Delta\theta_H$  e della resistenza termica del pavimento  $R_{\lambda,B}$  (vedi diagrammi di rendimento)
- **Lunghezza massima dei circuiti**  $l_{R,max}$  (m), un circuito di riscaldamento a pavimento non dovrebbe superare una perdita di carico totale di 250 hPa. La portata necessaria ed il diametro del tubo limitano la lunghezza installabile dei tubi negli anelli a pavimento
- **Fabbisogno di tubo**  $l_R$  (m), il passo di posa  $VA$  e la superficie da riscaldare  $A_F$  determinano il fabbisogno di tubo per  $m^2$  di pavimento:

$$l_R = [1 : VA \text{ (in m)}] \times A_F$$

- **Superficie massima dei circuiti**  $A_{HK,max}$  ( $m^2$ ), viene determinata dalla geometria dei locali e dalla lunghezza massima dei circuiti, sulla base del fabbisogno di tubo
- **Portata d'acqua**  $m$  (kg/h), in un circuito di riscaldamento, necessaria ad ottenere il flusso termico (resa termica) di progetto e va calcolata, ai sensi della norma UNI EN 1264-3,

come portata di progetto  $m_H$ . L'usuale formula per il calcolo della portata nelle reti di riscaldamento a radiatori

$$m = Q_H : [1,163 \times (\theta_V - \theta_R)]$$

deve essere corretta del valore della portata "sprecata" a causa della dispersione termica verso il locale sottostante. A tale scopo bisogna calcolare la resistenza termica parziale verso l'alto ( $R_O$ ) e verso il basso ( $R_U$ , somma di tutte le singole resistenze termiche dei pannelli isolanti e della struttura del solaio).  $R_O$  può essere calcolata avvalendosi di diagrammi o di tabelle dimensionali utilizzando la seguente formula:

$$R_O = \Delta\theta_H : q$$

Di conseguenza risulta:

$$m = K \cdot Q_H : [1,163 \times (\theta_V - \theta_R)]$$

$$K = 1 + (R_O : R_U) + [(\theta_i - \theta_U) : (q \cdot R_U)]$$

dove  $\theta_U$  è la temperatura ambiente del locale sottostante all'impianto di riscaldamento a pavimento.

## Esempio di calcolo di un piccolo impianto di riscaldamento a pavimento

- Sistema Tacker; Zona Soggiornale
- Superficie da riscaldare  $A_F$ : 30 m<sup>2</sup>
- Temperatura ambiente  $\theta_i$ : 20°C
- Temperatura media del fluido riscaldante  $\theta_{H,m}$ : 40°C
- Pavimento in parquet  $R_{\lambda,B}$ : 0,050 m<sup>2</sup>K/W
- Potenza termica di progetto  $Q_H$ : 2000 W

Salto termico aria-acqua  $\Delta\theta_H$  = Temp. media del fluido  $\theta_{H,m}$  - Temp. ambiente  $\theta_i$   
 = 40°C - 20°C  
 = 20 K

Flusso termico specifico  $q$  = Pot. termica di prog.  $Q_H$  : Superficie da riscaldare  $A_F$   
 = 2000 W : 30 m<sup>2</sup>  
 = 67 W/m<sup>2</sup>

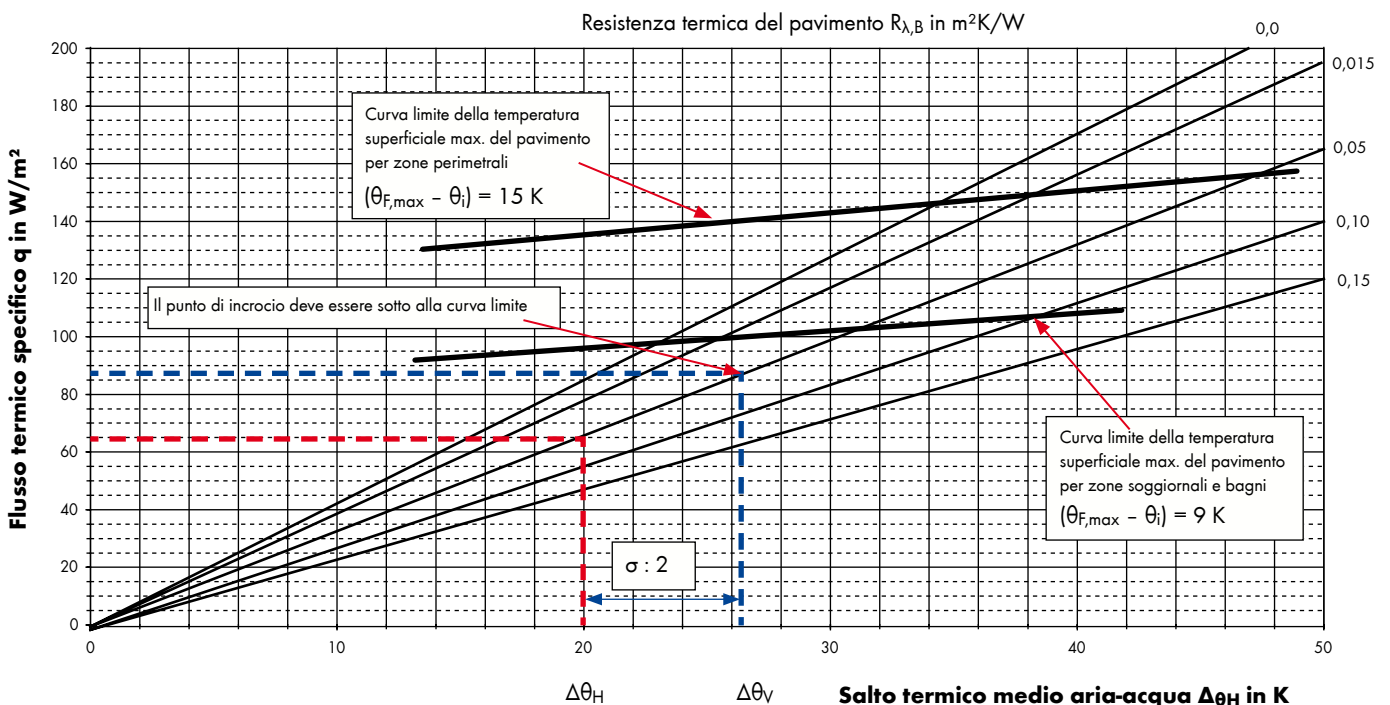
Questi due valori ricavati vengono riportati sugli assi del diagramma di rendimento dei sistemi a pavimento RAP, iniziando con il diagramma del passo di posa VA maggiore, e cioè di 25 cm. Nel diagramma, il punto di incrocio dei due valori dovrà trovarsi sulla retta caratteristica 0,05 m<sup>2</sup>K/W (resistenza termica del pavimento in oggetto) o poco al di sotto,

ma in nessun caso al di sopra delle curve limite di temperatura superficiale max. del pavimento consentita (in questo caso la curva per zone soggiornali).

### Esempio:

$\Delta\theta_H = 20$  K ;  $\Delta\theta_V = 26,25$  K;  
 $\sigma = 12,5$  K ;  $q = 67$  W/m<sup>2</sup>

Diagramma di rendimento dei sistemi a pavimento RAP con passo di posa 25 cm



Nel diagramma d'esempio, il punto d'incrocio si trova esattamente sulla retta 0,05. Con un interasse di posa di 25 cm, il flusso termico specifico richiesto di 67 W/m<sup>2</sup> viene quindi fornito con un salto termico medio aria-acqua  $\Delta\theta_H$  di 20 K.

Ipotizzando un salto termico  $\sigma$  tra mandata e ritorno di 12,5 K, la temperatura di mandata  $\theta_V$  risulterà pari a 46,25°C (40+6,25°C). Il salto termico medio aria-acqua di mandata  $\Delta\theta_V$  sarà quindi pari a 26,25 K (20+6,25°C oppure 46,25-20°C), ed il punto di incrocio di questo valore con la retta 0,05 risulta essere

al di sotto della curva limite di temperatura superficiale max. consentita per pavimenti nelle zone soggiornali. Dunque, con una temperatura di mandata di 46,25°C e con un pavimento in parquet, la temperatura superficiale massima consentita per il pavimento, pari a 29°C, non viene superata.

A seconda della resistenza termica del pavimento  $R_{\lambda,B}$  e del flusso termico specifico  $q$ , ed una volta definito il salto termico medio aria-acqua  $\Delta\theta_H$  e la temperatura di mandata  $\theta_V$ , vengono individuati i vari passi di posa VA per tutti i locali di un edificio.

Riducendo il passo di posa VA, con la stessa resistenza termica del pavimento  $R_{\lambda,B}$  e lo stesso salto termico medio aria-acqua  $\Delta\theta_H$ , il flusso termico specifico  $q$  aumenta. Aumentando il salto termico medio aria-acqua  $\Delta\theta_H$  con la stessa resistenza termica del pavimento  $R_{\lambda,B}$  e lo stesso flusso termico specifico  $q$ , si può ridurre il passo di posa VA.

### **Concludendo**

Il calcolo delle portate e delle conseguenti perdite di carico ai fini del bilanciamento

idraulico secondo norma UNI EN 1264-3 è molto complesso e laborioso. Di conseguenza consigliamo di utilizzare specifici software di calcolo. Inoltre vanno considerate le dispersioni termiche verso il basso, derivanti dalla differenza di temperatura dei locali sottostanti all'impianto, i rispettivi spessori degli isolanti e la struttura del solaio.

Nelle applicazioni civili è opportuno limitare la lunghezza massima dei circuiti a 120 m, considerando ottimale una lunghezza compresa tra 70 e 90 m, in modo da ottenere delle basse perdite di carico dei circuiti stessi. Per i locali di estesa superficie, che richiederebbero una lunghezza superiore di sviluppo delle tubazioni, è meglio ricorrere a più circuiti, suddividendo l'area in porzioni possibilmente uguali per evitare sbilanciamenti idraulici con conseguente differenza di resa termica dei circuiti.

### **Consiglio:**

Utilizzando passi di posa più stretti è possibile abbassare la temperatura di mandata dell'impianto. Sconsigliamo interassi di posa superiori ai 20 cm per motivi di comfort, in quanto il riscaldamento della superficie del pavimento potrebbe non risultare omogeneo.

## **Diagrammi di rendimento da prove termotecniche**

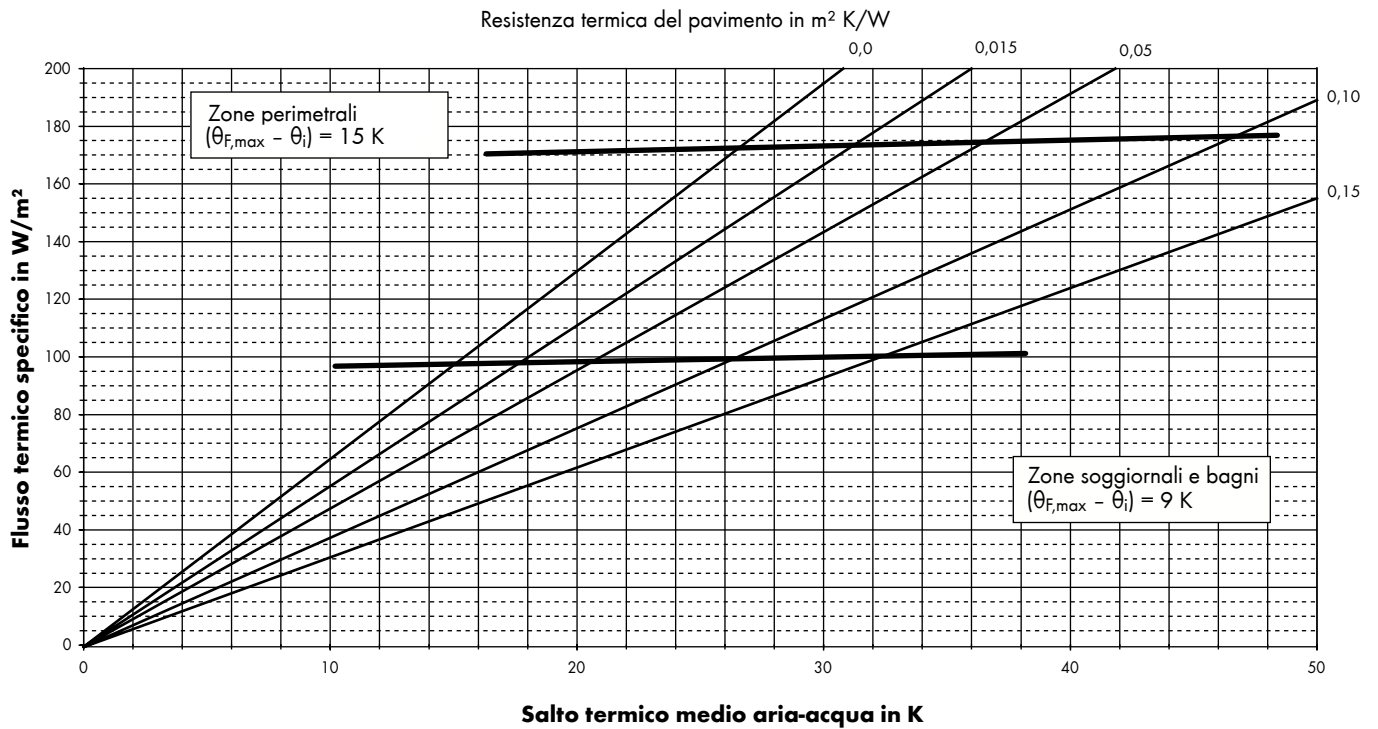
Gli impianti di riscaldamento a pavimento RAP sono stati sottoposti a prove termotecniche ai sensi della norma UNI EN 1264-2. Il numero del certificato di prova è riportato nei diagrammi di rendimento nelle pagine seguenti.

In questi diagrammi sono indicati i flussi termici specifici ottenibili dagli impianti di riscaldamento a pavimento RAP a seconda del passo di posa, della resistenza termica del pavimento e del salto termico medio aria-acqua.

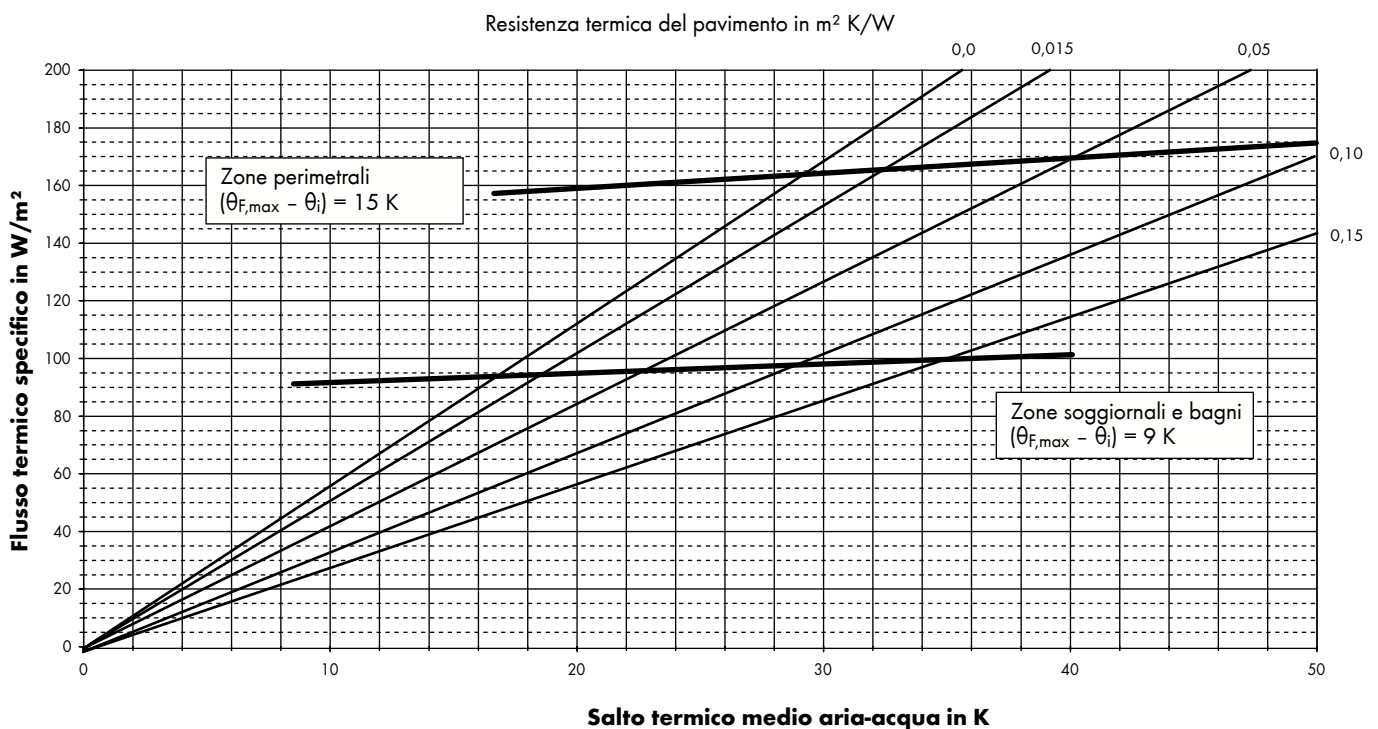


## Diagrammi di rendimento impianti di riscaldamento a pavimento RAP

Passo di posa 10 cm

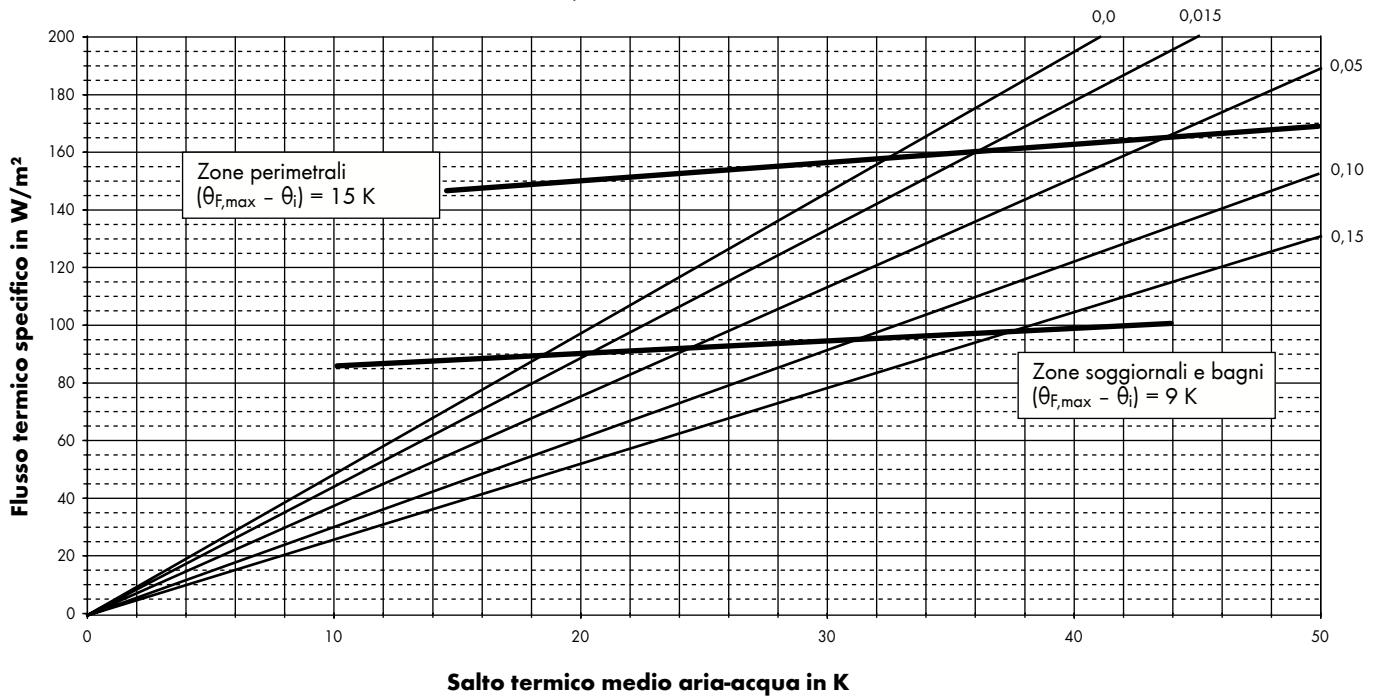


Passo di posa 15 cm



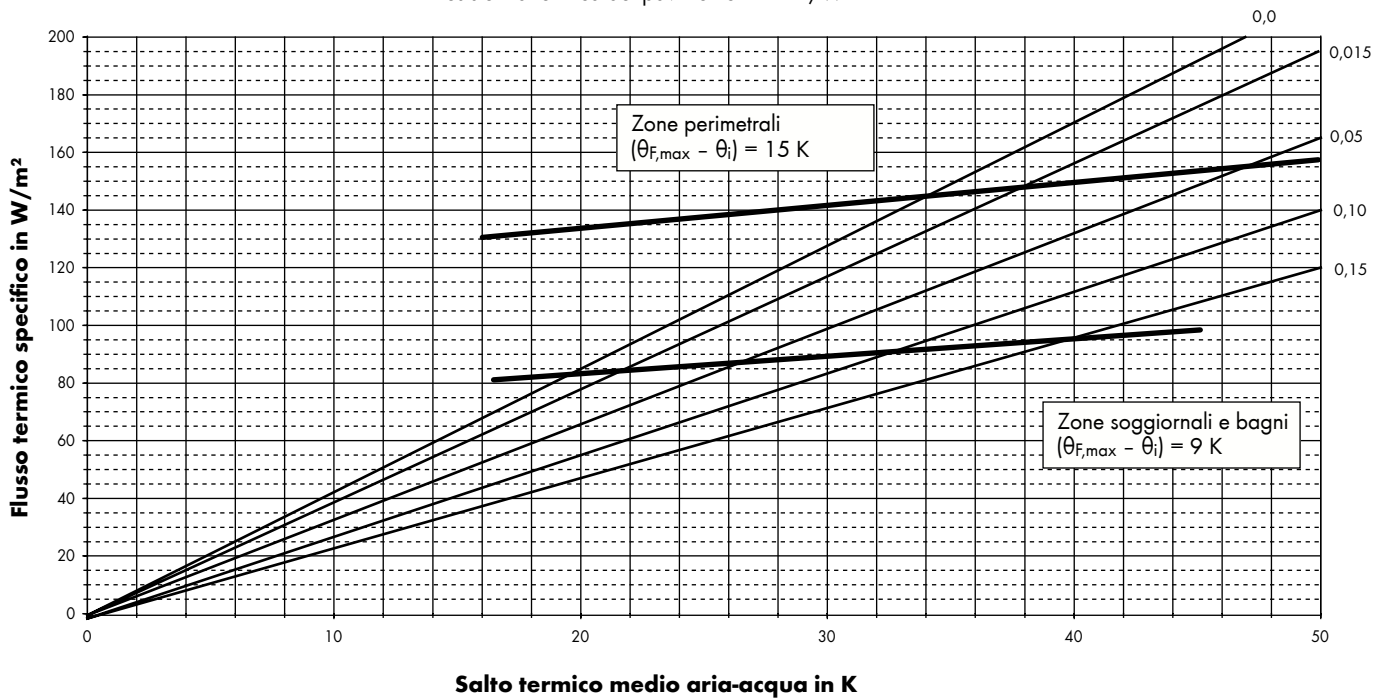
**Passo di posa 20 cm**

Resistenza termica del pavimento in  $m^2 K/W$



**Passo di posa 25 cm**

Resistenza termica del pavimento in  $m^2 K/W$



### Perdite di carico dei tubi diametro 17 x 2,0 a 40° C [Tubo RAP 17 PE-X e PE-MDX]

Salto termico	5 K			7,5 K			10 K			15 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
100	17,20	0,04	3,04	11,46	0,02	1,49	8,60	0,02	0,90	5,73	0,01	0,44
200	34,39	0,07	10,22	22,93	0,05	5,02	17,20	0,04	3,04	11,46	0,02	1,49
300	51,59	0,11	20,77	34,39	0,07	10,22	25,80	0,05	6,17	17,20	0,04	3,04
400	68,79	0,14	34,36	45,86	0,01	16,90	34,39	0,07	10,22	22,93	0,05	5,02
500	85,98	0,18	50,77	57,32	0,12	24,97	42,99	0,09	15,10	28,66	0,06	7,42
600	103,18	0,22	69,86	68,79	0,14	34,36	51,59	0,11	20,77	34,39	0,07	10,22
700	120,38	0,25	91,49	80,25	0,17	45,00	60,19	0,13	27,20	40,13	0,08	13,38
800	137,58	0,29	115,57	91,72	0,19	56,85	68,79	0,14	34,36	45,86	0,01	16,90
900	154,77	0,32	142,03	103,18	0,22	69,86	77,39	0,16	42,22	51,59	0,11	20,77
1.000	171,97	0,36	170,78	114,65	0,24	84,00	85,98	0,18	50,77	57,32	0,12	24,97
1.100	189,17	0,40	201,78	126,11	0,26	99,25	94,58	0,20	59,99	63,06	0,13	29,51
1.200	206,36	0,43	234,97	137,58	0,29	115,57	103,18	0,22	69,86	68,79	0,14	34,36
1.300	223,56	0,47	270,30	149,04	0,31	132,95	111,78	0,23	80,36	74,52	0,16	39,53
1.400	240,76	0,50	307,73	160,50	0,34	151,36	120,38	0,25	91,49	80,25	0,17	45,00
1.500	257,95	0,54	347,22	171,97	0,36	170,78	128,98	0,27	103,23	85,98	0,18	50,77
1.600	275,15	0,58	388,74	183,43	0,38	191,20	137,58	0,29	115,57	91,72	0,19	56,85
1.700	292,35	0,61	432,25	194,90	0,41	212,60	146,17	0,31	128,51	97,45	0,20	63,21
1.800	309,54	0,65	477,72	206,36	0,43	234,97	154,77	0,32	142,03	103,18	0,22	69,86
1.900	326,74	0,68	525,13	217,83	0,46	258,29	163,37	0,34	156,12	108,91	0,23	76,79
2.000	343,94	0,72	574,44	229,29	0,48	282,55	171,97	0,36	170,78	114,65	0,24	84,00
2.100	361,14	0,76	625,65	240,76	0,50	307,73	180,57	0,38	186,01	120,38	0,25	91,49
2.200	378,33	0,79	678,71	252,22	0,53	333,83	189,17	0,40	201,78	126,11	0,26	99,25
2.300	395,53	0,83	733,62	263,69	0,55	360,84	197,76	0,41	218,11	131,84	0,28	107,20
2.400	412,73	0,86	790,34	275,15	0,58	388,74	206,36	0,43	234,97	137,58	0,29	115,57
2.500	429,92	0,90	848,87	286,62	0,60	417,52	214,96	0,45	252,37	143,31	0,30	124,13
2.600	447,12	0,94	909,18	298,08	0,62	447,19	223,56	0,47	270,30	149,04	0,31	132,95
2.700	464,32	0,97	971,25	309,54	0,65	477,72	232,16	0,49	288,75	154,77	0,32	142,03
2.800	481,51	1,01	1.035,07	321,01	0,67	509,11	240,76	0,50	307,73	160,50	0,34	151,36
2.900				332,47	0,70	541,35	249,36	0,52	327,22	166,24	0,35	160,95
3.000				343,94	0,72	574,44	257,95	0,54	347,22	171,97	0,36	170,78
3.200				366,87	0,77	643,13	275,15	0,58	388,74	183,43	0,38	191,20
3.400				389,80	0,82	715,11	292,35	0,61	432,25	194,90	0,41	212,60
3.600				412,73	0,86	790,34	309,54	0,65	477,72	206,36	0,43	234,97
3.800				435,66	0,91	868,77	326,74	0,68	525,13	217,83	0,46	258,29
4.000				458,58	0,96	950,36	343,94	0,72	574,44	229,29	0,48	282,55
4.200				481,51	1,01	1.035,07	361,14	0,76	625,65	240,76	0,50	307,73
4.400							378,33	0,79	678,71	252,22	0,53	333,83
4.600							395,53	0,83	733,62	263,69	0,55	360,84
4.800							412,73	0,86	790,34	275,15	0,58	388,74
5.000							429,92	0,90	848,87	286,62	0,60	417,52
5.200							447,12	0,94	909,18	298,08	0,62	447,19
5.400							464,32	0,97	971,25	309,54	0,65	477,72
5.600							481,51	1,01	1.035,07	321,01	0,67	509,11
5.800										332,47	0,70	541,35
6.000										343,94	0,72	574,44
6.200										355,40	0,74	608,37
6.400										366,87	0,77	643,13

### Perdite di carico dei tubi diametro 20 x 2,0 a 40° C [Tubo RAP 20 PE-MDX]

Salto termico	5 K			7,5 K			10 K			15 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
100	17,20	0,02	1,13	11,46	0,02	0,56	8,60	0,01	0,34	5,73	0,01	0,17
200	34,39	0,05	3,81	22,93	0,03	1,87	17,20	0,02	1,13	11,46	0,02	0,56
300	51,59	0,07	7,75	34,39	0,05	3,81	25,80	0,04	2,30	17,20	0,02	1,13
400	68,79	0,01	12,81	45,86	0,06	6,30	34,39	0,05	3,81	22,93	0,03	1,87
500	85,98	0,12	18,94	57,32	0,08	9,31	42,99	0,06	5,63	28,66	0,04	2,77
600	103,18	0,14	26,05	68,79	0,01	12,81	51,59	0,07	7,75	34,39	0,05	3,81
700	120,38	0,17	34,12	80,25	0,11	16,78	60,19	0,08	10,14	40,13	0,06	4,99
800	137,58	0,19	43,10	91,72	0,13	21,20	68,79	0,01	12,81	45,86	0,06	6,30
900	154,77	0,21	52,97	103,18	0,14	26,05	77,39	0,11	15,75	51,59	0,07	7,75
1.000	171,97	0,24	63,70	114,65	0,16	31,33	85,98	0,12	18,94	57,32	0,08	9,31
1.100	189,17	0,26	75,26	126,11	0,17	37,02	94,58	0,13	22,37	63,06	0,09	11,00
1.200	206,36	0,29	87,63	137,58	0,19	43,10	103,18	0,14	26,05	68,79	0,01	12,81
1.300	223,56	0,31	100,81	149,04	0,21	49,58	111,78	0,15	29,97	74,52	0,10	14,74
1.400	240,76	0,33	114,77	160,50	0,22	56,45	120,38	0,17	34,12	80,25	0,11	16,78
1.500	257,95	0,36	129,50	171,97	0,24	63,70	128,98	0,18	38,50	85,98	0,12	18,94
1.600	275,15	0,38	144,98	183,43	0,25	71,31	137,58	0,19	43,10	91,72	0,13	21,20
1.700	292,35	0,40	161,21	194,90	0,27	79,29	146,17	0,20	47,93	97,45	0,13	23,57
1.800	309,54	0,43	178,17	206,36	0,29	87,63	154,77	0,21	52,97	103,18	0,14	26,05
1.900	326,74	0,45	195,85	217,83	0,30	96,33	163,37	0,23	58,23	108,91	0,15	28,64
2.000	343,94	0,48	214,24	229,29	0,32	105,38	171,97	0,24	63,70	114,65	0,16	31,33
2.100	361,14	0,50	233,34	240,76	0,33	114,77	180,57	0,25	69,37	120,38	0,17	34,12
2.200	378,33	0,52	253,13	252,22	0,35	124,50	189,17	0,26	75,26	126,11	0,17	37,02
2.300	395,53	0,55	273,61	263,69	0,36	134,58	197,76	0,27	81,34	131,84	0,18	40,01
2.400	412,73	0,57	294,76	275,15	0,38	144,98	206,36	0,29	87,63	137,58	0,19	43,10
2.500	429,92	0,59	316,59	286,62	0,40	155,72	214,96	0,30	94,12	143,31	0,20	46,30
2.600	447,12	0,62	339,09	298,08	0,41	166,78	223,56	0,31	100,81	149,04	0,21	49,58
2.700	464,32	0,64	362,24	309,54	0,43	178,17	232,16	0,32	107,69	154,77	0,21	52,97
2.800	481,51	0,67	386,04	321,01	0,44	189,88	240,76	0,33	114,77	160,50	0,22	56,45
2.900	498,71	0,69	410,49	332,47	0,46	201,90	249,36	0,34	122,04	166,24	0,23	60,03
3.000	515,91	0,71	435,58	343,94	0,48	214,24	257,95	0,36	129,50	171,97	0,24	63,70
3.200	550,30	0,76	487,66	366,87	0,51	239,86	275,15	0,38	144,98	183,43	0,25	71,31
3.400	584,69	0,81	542,24	389,80	0,54	266,71	292,35	0,40	161,21	194,90	0,27	79,29
3.600	619,09	0,86	599,29	412,73	0,57	294,76	309,54	0,43	178,17	206,36	0,29	87,63
3.800	653,48	0,90	658,76	435,66	0,60	324,02	326,74	0,45	195,85	217,83	0,30	96,33
4.000	687,88	0,95	720,63	458,58	0,63	354,45	343,94	0,48	214,24	229,29	0,32	105,38
4.200	722,27	1,00	784,86	481,51	0,67	386,04	361,14	0,50	233,34	240,76	0,33	114,77
4.400				504,44	0,70	418,78	378,33	0,52	253,13	252,22	0,35	124,50
4.600				527,37	0,73	452,66	395,53	0,55	273,61	263,69	0,36	134,58
4.800				550,30	0,76	487,66	412,73	0,57	294,76	275,15	0,38	144,98
5.000				573,23	0,79	523,77	429,92	0,59	316,59	286,62	0,40	155,72
5.200				596,16	0,82	560,99	447,12	0,62	339,09	298,08	0,41	166,78
5.400				619,09	0,86	599,29	464,32	0,64	362,24	309,54	0,43	178,17
5.600				642,02	0,89	638,67	481,51	0,67	386,04	321,01	0,44	189,88
5.800				664,95	0,92	679,12	498,71	0,69	410,49	332,47	0,46	201,90
6.000				687,88	0,95	720,63	515,91	0,71	435,58	343,94	0,48	214,24
6.200				710,81	0,98	763,19	533,10	0,74	461,31	355,40	0,49	226,90
6.400				733,73	1,01	806,79	550,30	0,76	487,66	366,87	0,51	239,86

## Perdite di carico dei tubi diametro 20 x 2,0 a 40° C [Tubo RAP 20 PE-MDX]

Salto termico	5 K			7,5 K			10 K			15 K		
	Potenza [W]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]	Perdita di carico [Pa/m]	Portata [kg/h]	Velocità [m/s]
6.600							567,50	0,78	514,64	378,33	0,52	253,13
6.800							584,69	0,81	542,24	389,80	0,54	266,71
7.000							601,89	0,83	570,46	401,26	0,55	280,59
7.200							619,09	0,86	599,29	412,73	0,57	294,76
7.400							636,29	0,88	628,72	424,19	0,59	309,24
7.600							653,48	0,90	658,76	435,66	0,60	324,02
7.800							670,68	0,93	689,40	447,12	0,62	339,09
8.000							687,88	0,95	720,63	458,58	0,63	354,45
8.200							705,07	0,97	752,45	470,05	0,65	370,10
8.400							722,27	1,00	784,86	481,51	0,67	386,04
8.600										492,98	0,68	402,27
8.800										504,44	0,70	418,78
9.000										515,91	0,71	435,58
9.200										527,37	0,73	452,66
9.400										538,84	0,74	470,02
9.600										550,30	0,76	487,66
9.800										561,77	0,78	505,58
10.000										573,23	0,79	523,77
11.000										630,55	0,87	618,84
12.000										687,88	0,95	720,63
13.000										745,20	1,03	828,98



# IMPIANTI ARIA COMPRESSA PRINETO





## Prineto aria compressa

Il sistema di tubazioni **Prineto** è idoneo per il trasporto di aria compressa. Nel caso di installazione di reti aria compressa "a vista" deve essere utilizzato il tubo **Prineto Stabil**, in quanto è soggetto a deformazioni minime ed il rivestimento in alluminio protegge il PE-X interno dai dannosi raggi UV. I nostri tubi

**Prineto Flex** e Riscaldamento senza strato in alluminio sono altresì idonei per le installazioni di reti aria compressa "sottotraccia". La qualità dell'aria compressa deve corrispondere alle classi di qualità da 1 a 4 secondo la norma ISO 8573.

Classe di qualità	Particelle solide		Contenuto d'acqua	Contenuto d'olio
	Diametro max. [micron]	Concentrazione max. [mg/m <sup>3</sup> ]	Max. punto di rugiada in pressione [°C]	Concentrazione max. [mg/m <sup>3</sup> ]
1	0,1	0,1	- 70	0,01
2	1	1	- 40	0,1
3	5	5	- 20	1
4	15	8	+ 3	5

Le pressioni massime di esercizio dei tubi **Prineto Stabil**, **Flex** e **Riscaldamento** per il trasporto di aria compressa, seguono le indicazioni della DIN 16893, Tabella 5, Serie tubo S 3,2, in funzione della temperatura di esercizio e della durata in esercizio. In questi valori è già

compreso un fattore di sicurezza di 1,5 (riserva di pressione fino alla massima pressione di esercizio ammissibile):

20°C – 50 anni – 20 bar

Nelle pagine seguenti riportiamo delle tabelle che consentono di effettuare un dimensionamento di massima per una rete aria compressa con tubi **Prineto**, a seconda della portata richiesta e della lunghezza delle tubazioni.

## Prineto - Installazione reti aria compressa

Tablelle per dimensionamento di massima delle linee principali

Pressione d'esercizio (bar) **6**

Caduta di pressione (bar) 0,03

Portata volumetrica In l/s	Lunghezza nominale in m													
	10	20	25	40	60	80	100	150	200	250	300	400	500	1000
5	20	25	25	32	32	32	40	40	40	40	40	40	40	50
10	25	32	32	40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	63
20	32	40	40	40	40	50	50	50	63	63	63	63	63	>63
30	40	40	40	50	50	63	63	63	63	63	>63	>63	>63	>63
40	40	50	50	50	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
50	40	50	50	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
70	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
100	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
150	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
200	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
Diametro tubo Stabil														

Pressione d'esercizio (bar) **8**

Caduta di pressione (bar) 0,03

Portata volumetrica In l/s	Lunghezza nominale in m													
	10	20	25	40	60	80	100	150	200	250	300	400	500	1000
5	20	25	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40
10	25	32	32	32	40	40	40	40	40	40	50	50	50	63
20	32	40	40	40	40	40	50	50	50	63	63	63	63	>63
30	40	40	40	50	50	50	50	63	63	63	63	>63	>63	>63
40	40	40	50	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
50	40	50	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
70	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
100	50	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
150	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
200	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
Diametro tubo Stabil														

Pressione d'esercizio (bar) **10**

Caduta di pressione (bar) 0,03

Portata volumetrica In l/s	Lunghezza nominale in m													
	10	20	25	40	60	80	100	150	200	250	300	400	500	1000
5	20	20	25	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40
10	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40	50	50	50
20	32	40	40	40	40	40	40	50	50	50	63	63	63	>63
30	40	40	40	40	50	50	50	63	63	63	63	63	>63	>63
40	40	40	40	50	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63
50	40	50	50	50	63	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
70	40	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
100	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
150	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
200	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
Diametro tubo Stabil														

## Prineto - Installazione reti aria compressa

Tablelle per dimensionamento di massima delle linee di diramazione

Pressione d'esercizio (bar) **6**

Caduta di pressione (bar) 0,04

Portata volumetrica In l/s	Lunghezza nominale in m														
	10	15	20	25	40	60	80	100	150	200	250	300	400	500	1000
5	20	20	25	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40
10	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40	50	50	50	63
20	32	40	40	40	40	40	40	50	50	50	63	63	63	63	>63
30	40	40	40	40	50	50	50	50	63	63	63	63	>63	>63	>63
40	40	40	40	50	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
50	40	50	50	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
70	50	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
100	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
150	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
200	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
Diametro tubo Stabil															

Pressione d'esercizio (bar) **8**

Caduta di pressione (bar) 0,04

Portata volumetrica In l/s	Lunghezza nominale in m														
	10	15	20	25	40	60	80	100	150	200	250	300	400	500	1000
5	20	20	20	25	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40
10	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40	50	50	50
20	32	32	40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	63	63	>63
30	40	40	40	40	40	50	50	50	50	63	63	63	63	>63	>63
40	40	40	40	40	50	50	50	63	63	63	63	>63	>63	>63	>63
50	40	40	50	50	50	63	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
70	40	50	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
100	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
150	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
200	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
Diametro tubo Stabil															

Pressione d'esercizio (bar) **10**

Caduta di pressione (bar) 0,04

Portata volumetrica In l/s	Lunghezza nominale in m														
	10	15	20	25	40	60	80	100	150	200	250	300	400	500	1000
5	20	20	20	20	25	25	25	32	32	32	32	32	40	40	40
10	25	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40	50	50
20	32	32	32	40	40	40	40	40	50	50	50	50	63	63	63
30	32	40	40	40	40	40	50	50	50	63	63	63	63	63	>63
40	40	40	40	40	50	50	50	50	63	63	63	63	>63	>63	>63
50	40	40	40	50	50	50	63	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63
70	40	50	50	50	63	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
100	50	50	50	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
150	63	63	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
200	63	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
250	63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63	>63
Diametro tubo Stabil															

## Prineto - Installazione reti aria compressa

Tabella delle lunghezze equivalenti per resistenze accidentali

Pezzo	Gomito a 90°	Gomito a 45°	Raccordo a T attacco laterale	Raccordo a T attacco centrale	Riduzione
Diametro	Lunghezza equivalente in m				
16	0,4	0,2	0,2	0,5	0,2
20	0,6	0,3	0,2	0,7	0,3
25	0,7	0,4	0,3	0,9	0,4
32	1,0	0,6	0,4	1,3	0,6
40	1,5	0,9	0,7	2,0	0,9
50	2,0	1,2	0,9	2,6	1,2
63	2,7	1,5	1,2	3,5	1,5



# **SOLARE** **TERMICO**

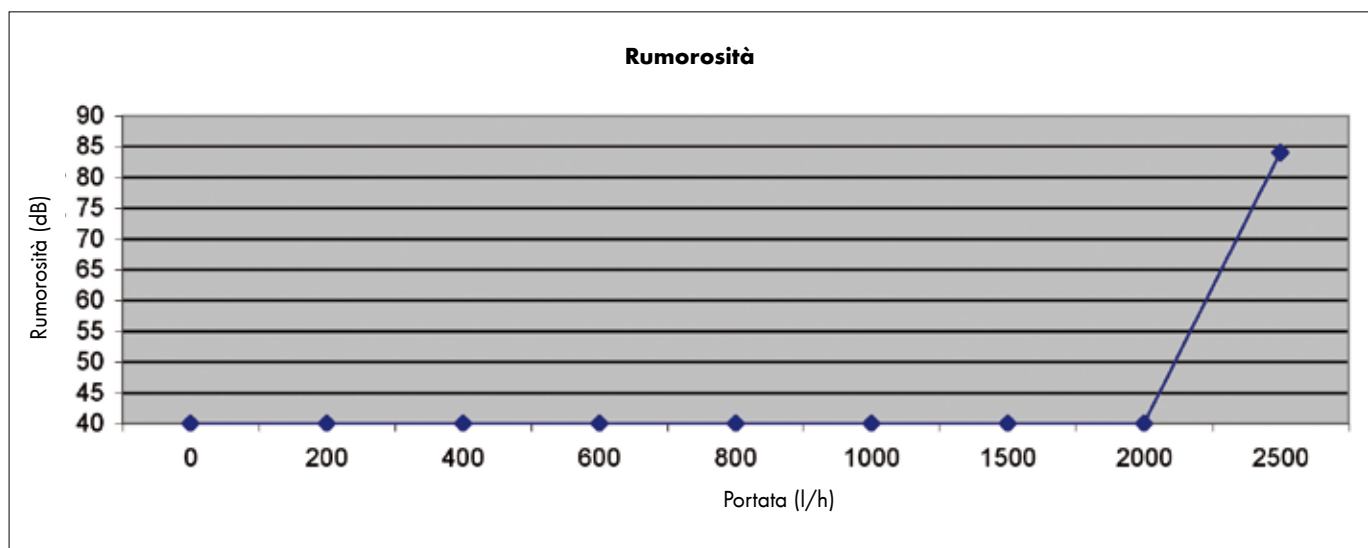
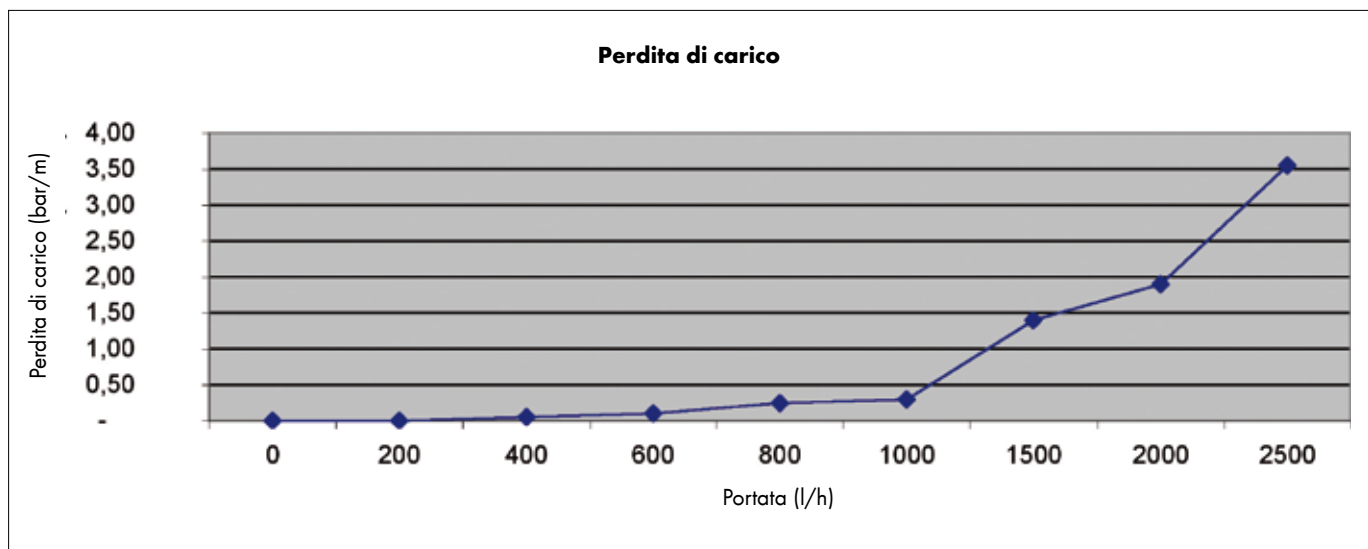


## Perdite di carico tubi "solar"

Perdite di carico riferite ad 1 m di tubo "solar" corrugato in acciaio inox DN 12

Portata (l/h)	Velocità (m/s)	Perdita di carico (bar/m)	Pressione ingresso (bar)	Pressione uscita (bar)	Rumorosità (dB)*
0		-	3,90	3,90	40
200		-	3,90	3,90	40
400	1,00	0,05	3,90	3,85	40
600	1,45	0,10	3,90	3,80	40
800	2,00	0,25	3,90	3,65	40
1.000	2,45	0,30	3,90	3,60	40
1.500	3,82	1,40	3,90	2,50	40
2.000	5,09	1,90	3,90	2,00	40
2.500	6,27	3,55	3,90	0,35	84

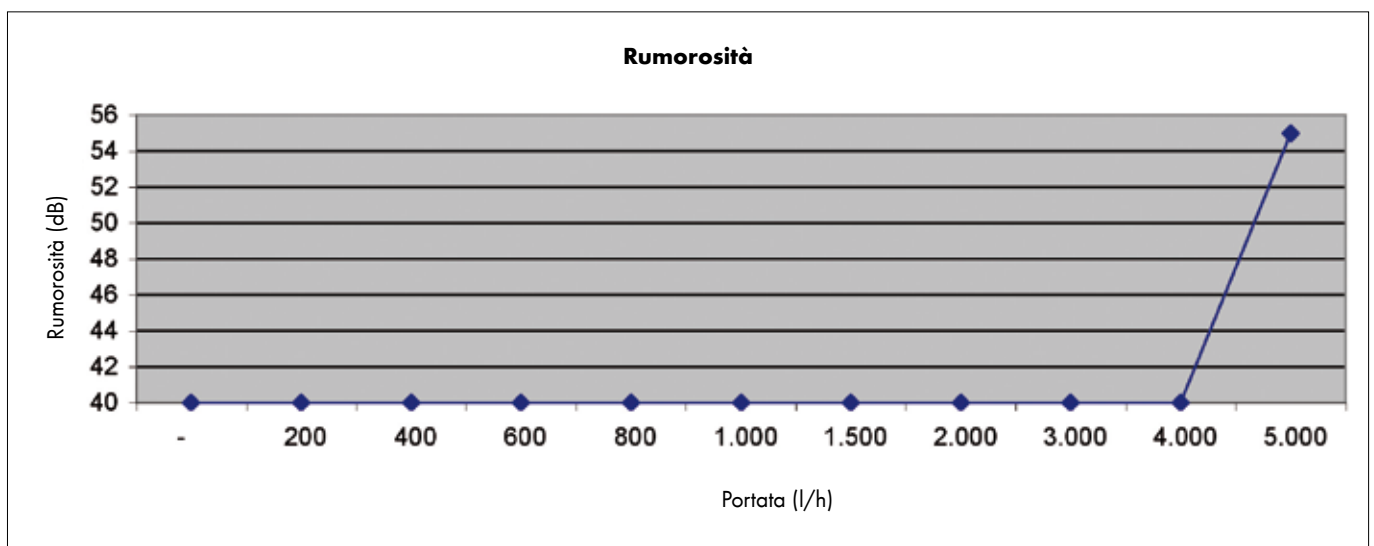
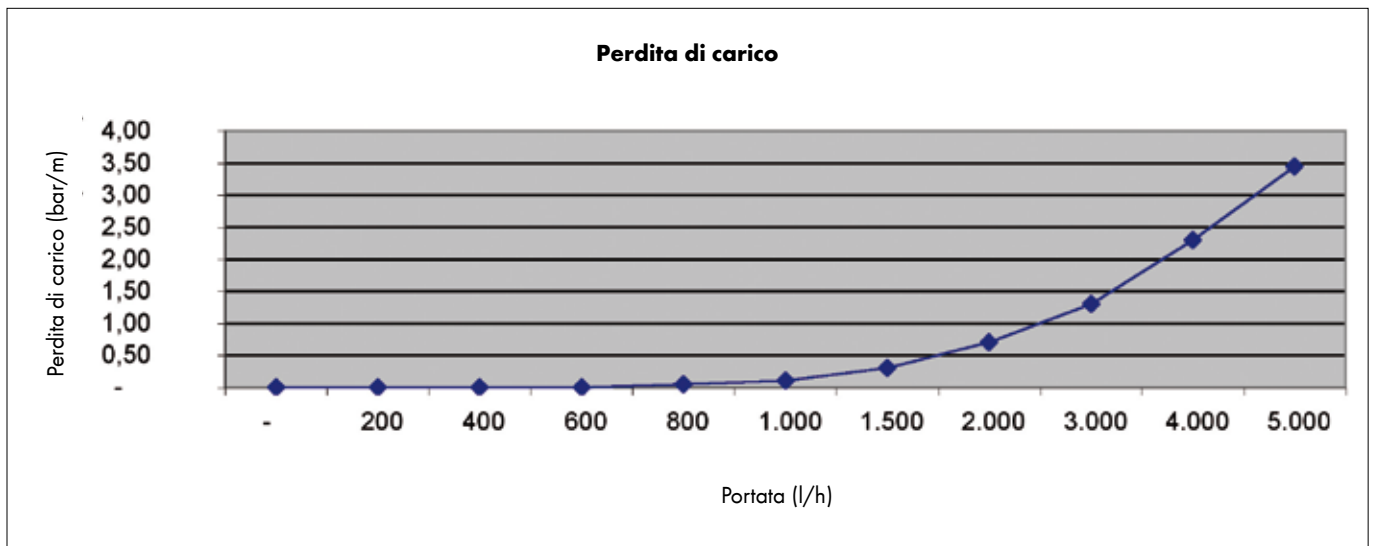
\* dB misurati da 0,5 m di distanza



## Perdite di carico riferite ad 1 m di tubo "solar" corrugato in acciaio inox DN 16

Portata (l/h)	Velocità (m/s)	Perdita di carico (bar/m)	Pressione ingresso (bar)	Pressione uscita (bar)	Rumorosità (dB)*
-		-	3,90	3,90	40
200		-	3,90	3,90	40
400		-	3,90	3,90	40
600		-	3,90	3,90	40
800	1,16	0,05	3,90	3,85	40
1.000	1,42	0,10	3,90	3,80	40
1.500	2,21	0,30	3,90	3,60	40
2.000	2,95	0,70	3,90	3,20	40
3.000	4,37	1,30	3,90	2,60	40
4.000	5,84	2,30	3,90	1,60	40
5.000	7,11	3,45	3,90	0,45	55

\*dB misurati da 0,5 m di distanza

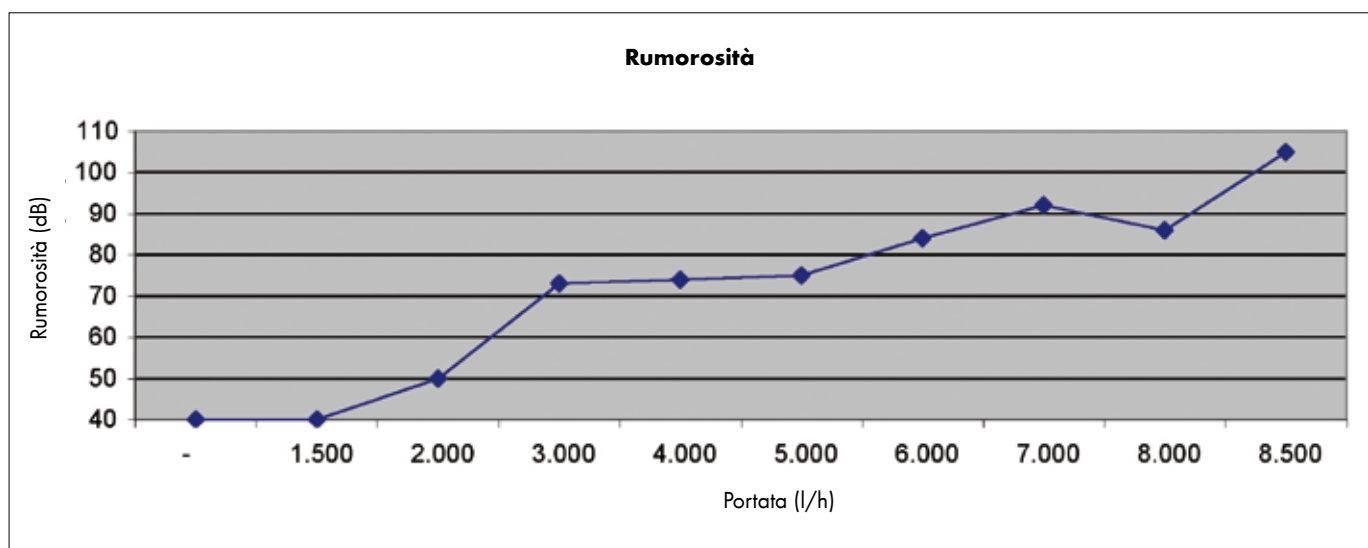
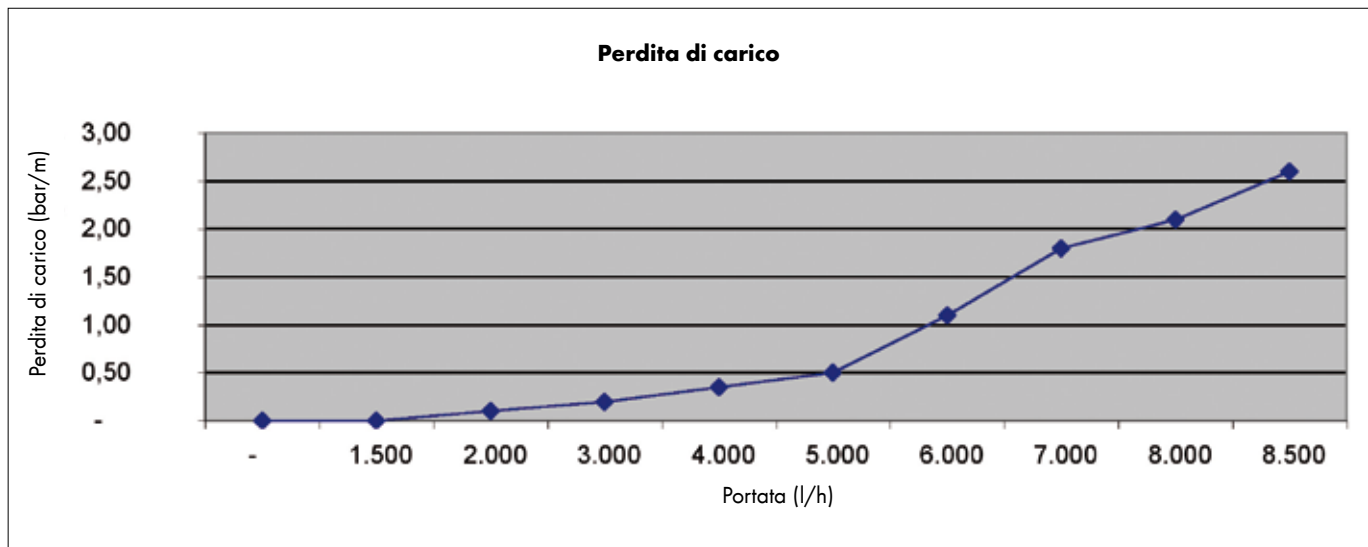




## Perdite di carico riferite ad 1 m di tubo "solar" corrugato in acciaio inox DN 20

Portata (l/h)	Velocità (m/s)	Perdita di carico (bar/m)	Pressione ingresso (bar)	Pressione uscita (bar)	Rumorosità (dB)*
-		-	3,90	3,90	40
1.500		-	3,90	3,90	40
2.000	1,87	0,10	3,90	3,80	50
3.000	2,77	0,20	3,90	3,70	73
4.000	3,70	0,35	3,90	3,55	74
5.000	4,60	0,50	3,90	3,40	75
6.000	5,57	1,10	3,90	2,80	84
7.000	6,47	1,80	3,90	2,10	92
8.000	7,40	2,10	3,90	1,80	86
8.500	7,87	2,60	3,90	1,30	105

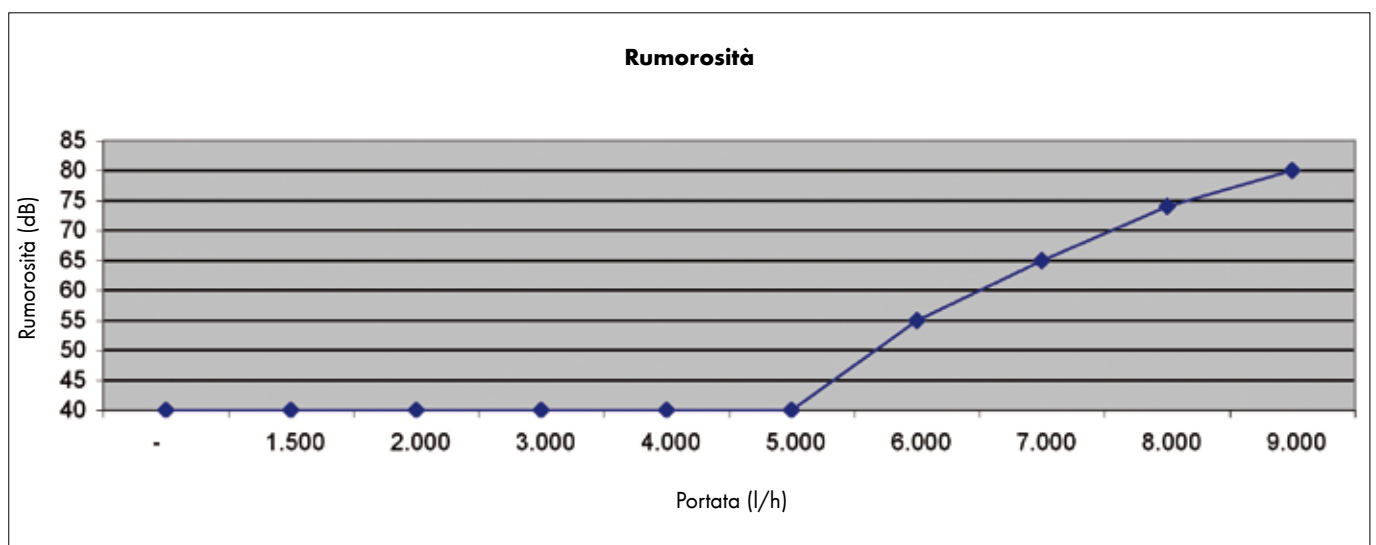
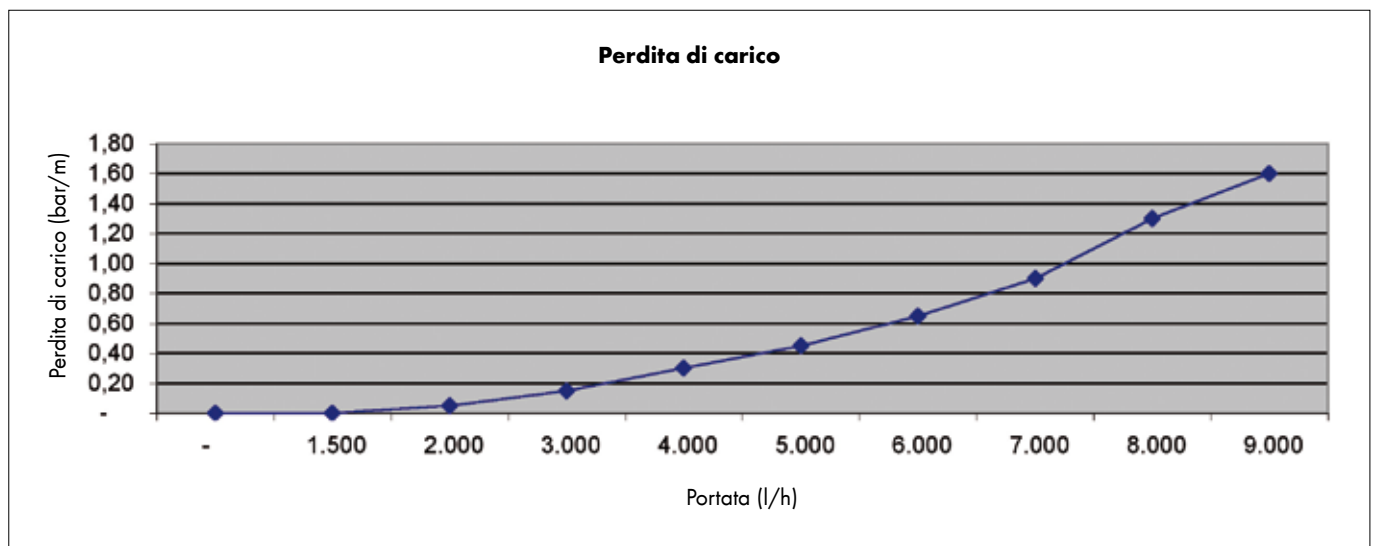
\* dB misurati da 0,5 m di distanza



## Perdite di carico riferite ad 1 m di tubo "solar" corrugato in acciaio inox DN 25

Portata (l/h)	Velocità (m/s)	Perdita di carico (bar/m)	Pressione ingresso (bar)	Pressione uscita (bar)	Rumorosità (dB)*
-		-	3,90	3,90	40
1.500		-	3,90	3,90	40
2.000	1,02	0,05	3,90	3,85	40
3.000	1,51	0,15	3,90	3,75	40
4.000	2,02	0,30	3,90	3,60	40
5.000	2,51	0,45	3,90	3,45	40
6.000	3,04	0,65	3,90	3,25	55
7.000	3,53	0,90	3,90	3,00	65
8.000	4,00	1,30	3,90	2,60	74
9.000	4,55	1,60	3,90	2,30	80

\*dB misurati da 0,5 m di distanza







# WÜRTH TERMOTECNICA

## Manuale tecnico

Würth Srl,  
via Stazione, 51  
39044 Egna (BZ)  
Tel. 0471 828 111  
Fax 0471 828 600  
clienti@wuerth.it  
www.wuerth.it

© MW Würth Srl - MD  
3382\_003 Manuale tecnico Termotecnica  
Riproduzione ammessa solo previa  
autorizzazione.

Ci riserviamo il diritto di modificare i prodotti in qualsiasi momento e senza preavviso, se le modifiche comportano un miglioramento di qualità. Le immagini e le foto riportate sono a carattere puramente indicativo e potrebbero non rappresentare esattamente il prodotto descritto. Si declina ogni responsabilità per eventuali errori di stampa.

Tutti i rapporti commerciali sono regolati dalle condizioni generali di vendita.