



RAUVITHERM

SISTEMA DI TUBI PREISOLATI PER IL TELERISCALDAMENTO
INFORMAZIONI TECNICHE

RAUVITHERM

SOMMARIO

Attenzione a questo simbolo!



Indica note importanti per l'utilizzo sicuro e corretto di questo prodotto.

1.....	Introduzione	3	4.6.1....	Posa in scavi aperti	19
1.1.....	Vantaggi del sistema	3	4.6.2....	Metodo con inserimento in canalina.....	19
1.2.....	Ambito di validità	3	4.6.3....	Metodo per mezzo di aratura	19
1.3	Campo di applicazione	3	4.7.....	Lavori di scavo	19
			4.7.1....	Scavo per la posa dei tubi	19
			4.7.2....	Distanze di posa tra i condotti di alimentazione	19
			4.7.3....	Fissaggio dei tubi in situazioni di montaggio specifiche	19
2.....	Componenti principali	4	5.....	Esecuzione	22
2.1.....	Tubo RAUVITHERM	4	5.1.....	Trasporto e stoccaggio.....	22
2.2.....	Tecnica di collegamento REHAU	4	5.1.1....	Tempo di stoccaggio	24
2.2.1....	Collegamento tramite manicotto autobloccante	4	5.1.2....	Trasporto	26
2.2.2....	Raccordo saldato Fusapex	4	5.1.3....	Sollevamento con gru	33
2.2.3....	Manicotti REHAU a T e di collegamento .	4	5.2.....	Posa	34
			5.3.....	Collegamento del tubo tramite manicotto autobloccante	34
3.....	Caratteristiche	6	5.3.1....	Manicotti a T e di collegamento RAUVITHERM	34
3.1.....	Tubo RAUVITHERM	6	5.3.1.1	Montaggio del manicotto a T	34
3.1.1....	Tubi interni	9	5.3.1.2	Montaggio dei manicotti di collegamento di prima generazione	34
3.1.2....	Rivestimento isolante.....	10	5.3.1.3	Schiuma di riempimento	34
3.1.3....	Rivestimento esterno RAUVITHERM	11	5.3.1.4	Restringimento	34
3.2.....	Tecnica di collegamento	12	5.3.3....	Schiuma di riempimento RAUVITHERM	34
3.2.1....	Manicotto autobloccante	12	5.4.....	Collegamento del tubo con FUSAPEX ..	34
3.2.2....	FUSAPEX	12	5.5.....	Condotti di collegamento all'edificio	34
3.3.....	Sistema di manicotti isolanti REHAU	12	5.5.1....	Collegamento in edifici con piano interrato	34
3.4.....	Poliuretano espanso per manicotti RAUVITHERM	12	5.5.2....	Curva a settori	34
3.5.....	Dimensioni dei tubi RAUVITHERM	12	5.5.3....	Rimozione dell'isolamento e chiusura delle estremità	34
			5.6.....	Dilatazione in fase di posa.....	34
			5.6.1....	Dilatazione durante la posa nello scavo	34
			5.7.....	Tecniche di posa	34
			5.7.1....	Operazioni di posa preliminari	34
			5.7.2....	Allacciamento successivo	34
4.....	Progettazione	13	6.....	Messa in funzione/Norme e direttive ..	13
4.1.....	Informazioni generali	13	6.1.....	Messa in funzione	34
4.1.2....	Sistema di collegamento a derivazione .	14	6.2.....	Norme e direttive applicabili	34
4.1.3....	Sistema di collegamento "a graffa"	14			
4.1.4....	Sistema con derivazione da un tubo preisolto in acciaio	14			
4.2.....	Indicazioni per la progettazione	17			
4.3.....	Dimensionamento	18			
4.4.....	Calcolo delle perdite di carico	19			
4.4.1....	Calcolo delle perdite di carico nei tubi SDR 11	19			
4.5.....	Dispersioni termiche	19			
4.5.1....	Dispersioni termiche dei tubi RAUVITHERM	19			
4.6.....	Tipologie di posa	19			

Glossario

Nelle informazioni tecniche relative a RAUVITHERM vengono utilizzate le seguenti abbreviazioni:

PE-Xa = polietilene reticolato ad alta densità

PE-HD = polietilene ad alta densità

EVOH = copolimero a base di etilene alcool

vinilico

PU = poliuretano

Sulla base della crescente necessità di limitare il più possibile le emissioni di CO₂ - i sistemi di teleriscaldamento a corto e lungo raggio stanno acquistando un'importanza sempre maggiore. Di pari passo con l'aumento del numero di nuove stazioni di approvvigionamento cresce anche la richiesta di tubi di teleriscaldamento a corto e lungo raggio flessibili e dalle prestazioni elevate. Per soddisfare questa domanda, nasce il sistema di tubi isolati della serie RAUVITHERM di REHAU basato su tecnologie orientate al futuro, che combinano funzionalità ottimali e risparmio energetico.

1.1 Vantaggi del sistema

- Il sistema di tubi flessibili assicura una distribuzione del calore con costi competitivi.
- Massima sicurezza di funzionamento: RAUVITHERM è infatti realizzato in un materiale resistente alla corrosione.
- Tenuta stagna longitudinale
- Componenti del sistema per ogni applicazione

1.2 Validità

Questo documento fornisce informazioni tecniche relative alla pianificazione, alla posa e all'utilizzo dei tubi di teleriscaldamento a corto/lungo raggio flessibili della serie RAUVITHERM, alle tecniche di collegamento tramite manicotto autobloccante e raccordo saldato FUSAPEX di REHAU, ai sistemi isolanti RAUVITHERM con manicotto a T e di collegamento.

1.3 Campi di applicazione

RAUVITHERM è un sistema di tubi preisolati specifici per la posa interrata utilizzabili per:

- Teleriscaldamento a corto raggio
- Costruzione di piscine
- Raffrescamento
- Impianti a biogas e biomassa
- Collegamento di sistemi di riscaldamento per spazi aperti
- Distribuzione del calore geotermico



Collegamento



Collegamento di un impianto alimentato a cippato



Collegamento di una caldaia a biomassa

RAUVITHERM

COMPONENTI PRINCIPALI



Fig. 1 Tubo RAUVITHERM

2.1 Tubo RAUVITHERM (Fig. 1)

Le linee di teleriscaldamento a corto raggio RAUVITHERM sono formate da tubi interni (PE-Xa) barriera antiossigeno (EVOH), un isolamento in polietilene (PE) espanso reticolato a celle chiuse ($\lambda = 0,043 \text{ W/mK}$) e un rivestimento esterno corrugato in PE espanso per una maggiore flessibilità e rigidità degli anelli. Nei tubi DUO, i due tubi di servizio vengono fissati in posizione mediante un elemento in PE espanso.

Vantaggi

- Elevata flessibilità
- Posa rapida
- Piccoli raggi di curvatura
- Isolamento termico ottimale

2.2 Tecnica di collegamento REHAU

2.2.1 Collegamento tramite manicotto autobloccante REHAU (Fig. 2)

Il collegamento tramite manicotto autobloccante è una tecnica sviluppata e brevettata da REHAU che assicura un raccordo a tenuta rapido, sicuro e durevole dei tubi in PE-Xa. Due sono gli elementi che compongono il sistema: un raccordo e un manicotto. Non sono necessari altri componenti di tenuta in quanto il tubo stesso funge da guarnizione. La stabilità del raccordo, ideale anche per l'uso in cantiere, è garantita da quattro labbri di tenuta. Degli speciali uncini sui manicotti impediscono l'eventuale allentamento del raccordo con l'impianto in funzione.

Vantaggi

- Collegamento a tenuta stagna sicuro e permanente
- Nessun restringimento della sezione: i tubi di servizio vengono infatti allargati in corrispondenza del collegamento; ciò riduce al minimo la perdita di pressione ed elimina il rischio di cavitazione
- Montaggio rapido
- Possibilità di applicare immediatamente un carico di pressione
- Lavorabile indipendentemente dalle condizioni meteorologiche



Fig. 2 Collegamento a manicotto autobloccante RAUVITHERM

2.2.2 Raccordo saldato FUSAPEX (Fig. 3)

Con misure da 75 mm a 125 mm, in alternativa al manicotto è possibile utilizzare la tecnica di collegamento FUSAPEX in grado di supportare temperature fino a 95°C.

Vantaggi

- Supporto di temperature da -40°C a $+95^{\circ}\text{C}$
- Resistenza alla corrosione
- Convenienza
- Raccordo in materiale polimerico per tubi RAUVITHERM
- Buona resistenza agli agenti chimici



Fig. 3 Raccordo saldato FUSAPEX

2.2.3 Manicotti a T e di collegamento REHAU (Fig. 4)

I raccordi nel terreno, come gli intermedi d'unione o i giunti a T, devono essere isolati e sigillati con una tecnica di isolamento della stessa qualità dei tubi RAUVITHERM. Il sistema di manicotti isolanti RAUVITHERM, sviluppato appositamente per questa applicazione, è formato da un elemento in materiale polimerico con tacche per l'adattamento al diametro del rivestimento esterno. Al fine di assicurare un'elevata tenuta è necessario installare due o tre guaine termoretraibili, a seconda che si tratti del manicotto di collegamento o del giunto a T. Per garantire l'isolamento, invece, vengono forniti flaconi di schiuma poliuretana bicomponente (poliuretano espanso per manicotti RAUVITHERM).

Vantaggi

- Montaggio semplice e rapido
- Tenuta sicura
- Isolamento termico ottimale
- Manicotto universale: solo quattro componenti per diramazioni e raccordi con qualsiasi misura

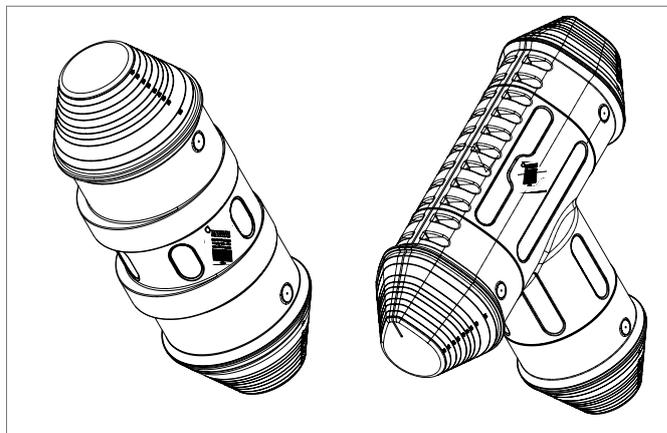


Fig. 4

RAUVITHERM

CARATTERISTICHE

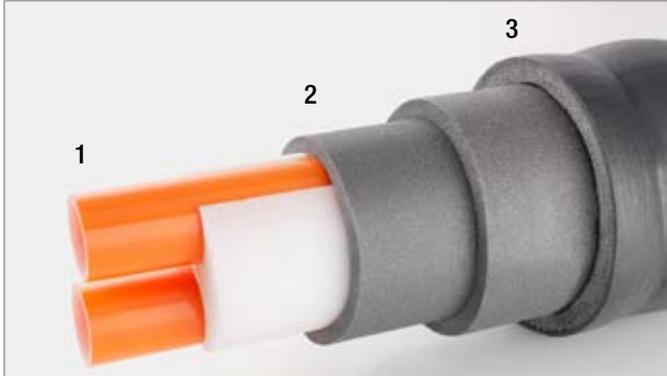


Fig. 5 Struttura del tubo RAUVITHERM

3.1 Tubo RAUVITHERM

I tubi RAUVITHERM sono composti da:

- Tubo interno (1)
- Rivestimento isolante (2)
- Rivestimento esterno (3)

La descrizione dei componenti verrà fornita in seguito.

3.1.1 Tubi interni

I tubi interni sono realizzati in polietilene reticolato ad alta densità (PE-Xa) in conformità alle norme DIN 16892 e DIN 16893. Vengono reticolati con metodo al perossido ad alta pressione e temperatura. Con questo processo le macromolecole si legano tra loro in modo da creare un reticolo incrociato.

Tubi interni RAUVITHERM SDR 11

I tubi RAUVITHERM SDR 11 vengono prevalentemente utilizzati nei circuiti dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento e sono pertanto provvisti di una barriera antiossigeno in EVOH secondo la norma DIN 4726. Questi tubi sono di colore arancione.



Fig. 6 Tubo di interno SDR 11

Vantaggi del tubo interno in PE-Xa

- Eccellente resistenza chimica
- Basso coefficiente di rugosità ($e = 0,007$ mm a 60°C)
- Nessuna incrostazione e, di conseguenza, minori costi di manutenzione
- Perdita di carico molto ridotta
- Tubi SDR 11 dotati di barriera anti-ossigeno (EVOH), tinta arancione
- Elevata resistenza alla corrosione
- Eccellente resistenza alla rottura per sollecitazione termica a lungo termine
- Memory Effect: l'effetto memoria del PE-Xa garantisce la perfetta tenuta nel tempo delle connessioni
- Elevata resistenza alle alte temperature
- Fonoassorbente
- Elevata resistenza alle alte pressioni
- Nessuna controindicazione sotto l'aspetto tossicologico e fisiologico
- Eccellente resistenza agli urti

Specifiche del tubo interno in PE-Xa

Densità	0,94 g/cm ³
Coefficiente di dilatazione termica longitudinale nella fascia di temperatura compresa fra 0° e 70°C	$1,5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$
Conducibilità termica	0,38 W/mK
Modulo di elasticità	600 N/mm ²
Resistenza superficiale	$10^{12} \Omega$
Classe di reazione al fuoco (DIN 4102)	B2 (normalmente infiammabile)
Rugosità tubi	0,007 mm

Tabella 1 Specifiche del tubo di servizio in PE-Xa

Resistenza chimica

I tubi interni RAUVITHERM in PE-Xa assicurano un'eccellente resistenza alle sostanze chimiche. I parametri di sicurezza e di resistenza alla temperatura sono comunque strettamente connessi ai fluidi che presentano caratteristiche diverse rispetto a quelle dell'acqua.

I valori relativi alla resistenza, indicati nella norma DIN 8075 Foglio 1, valgono di regola anche per il PE-Xa che, grazie alla reticolazione, è ancora più resistente rispetto al polietilene non reticolato.

Limiti di pressione e temperatura

Secondo la norma DIN 16892/93, i limiti di pressione e temperatura riportati di seguito valgono con temperature di esercizio continuo per i tubi RAUVITHERM (applicazione specifica: acqua; fattore di sicurezza: 1,25).

RAUVITHERM, SDR 11		
40 °C	11,9 bar	50 anni
50 °C	10,6 bar	50 anni
60 °C	9,5 bar	50 anni
70 °C	8,5 bar	50 anni
80 °C	7,6 bar	25 anni
90 °C	6,9 bar	15 anni
95 °C	6,6 bar	10 anni

Tabella 2 Limiti di pressione e temperatura SDR 11

In caso di temperature e pressioni variabili è possibile ricavare la durata di esercizio utilizzando la "regola di Miner", secondo la norma DIN 13760.

Pur essendo concepiti per temperature di esercizio max. di 95°C , i tubi sono in grado di sopportare per brevi lassi di tempo anche picchi di temperatura fino a 110°C .



Fig. 7 Isolamento del tubo

3.1.2 Rivestimento isolante

I tubi RAUVITHERM SDR 11 sono provvisti di uno strato di isolamento in PE reticolato. Nei tubi DUO è presente anche un'anima in poliuretano espanso ("ossatura").

Vantaggi

- Pori molto sottili (celle chiuse fino al 95%)
- Elevata resistenza al vapore acqueo e, di conseguenza, nessuna infiltrazione di umidità durante il funzionamento
- Bassa conducibilità termica

Specifiche dello strato isolante in PE

Conducibilità termica	$\leq 0,043 \text{ W/mK}$
Densità	$\geq 30 \text{ kg/m}^3$ (ossatura fino a 45 kg/m^3)
Resistenza alla compressione	$0,073 \text{ N/mm}^2$
Assorbimento acqua	$< 1 \% \text{ Vol (DIN 53428)}$
Temperatura supportata nel lungo periodo	$+95^\circ\text{C}$

Tabella 3 Specifiche dello strato isolante in PE



Fig. 8 Rivestimento esterno

3.1.3 Rivestimento esterno RAUVITHERM

I tubi RAUVITHERM sono dotati di un rivestimento esterno leggermente corrugato.

Questa ondulazione migliora le proprietà statiche e la flessibilità, in particolare nei tubi di rivestimento con diametro $> 200 \text{ mm}$.

Vantaggi

- Estruso senza giunzione attorno alla schiuma PEX
- Incollabile a guaine termoretraibili (tecnica di collegamento tramite manicotto a tenuta)
- Elevata robustezza grazie alla parete piena del tubo



Fig. 9 Collegamento tramite manicotto autobloccante

3.2 Tecnica di collegamento

La tecnica di collegamento deve essere sicura e affidabile nel tempo, in particolare essendo la posa dei tubi interrata. Una tenuta prolungata dei raccordi può essere garantita solamente utilizzando il sistema a manicotto autobloccante REHAU o FUSAPEX. Il collegamento a manicotto autobloccante deve essere realizzato con gli attrezzi di montaggio RAUTOOL, il collegamento FUSAPEX con il set di attrezzi FUSAPEX.

3.2.1 Manicotto autobloccante

I raccordi del manicotto autobloccante sono realizzati in ottone speciale resistente alla dezincatura secondo la norma DIN EN 1254/3 (E), classe A per i diametri da 25 a 63, in bronzo allo stagno e piombo o ST 37.0 per i diametri da 75 a 125. I manicotti autobloccanti sono realizzati in ottone standard calmato CuZn39Pb3 / F43 secondo la norma DIN 17671 per i diametri da 25 a 63 oppure in bronzo allo stagno e piombo per i diametri da 75 a 125.

Attrezzi RAUTOOL

Per la realizzazione del collegamento a manicotto autobloccante REHAU sono disponibili attrezzi manuali, idraulici ed elettroidraulici:

RAUTOOL M1

Attrezzo manuale con doppia ganaschia per due misure (16 – 40). Le ganasche di compressione M1 devono essere utilizzate esclusivamente con il RAUTOOL M1 (Fig. 10).



Fig. 10 RAUTOOL M1

RAUTOOL A3

Attrezzo elettro-idraulico a batteria con doppia ganaschia di compressione per 2 misure. Viene azionato attraverso un gruppo idraulico alimentato a batteria inserito direttamente nel tratto cilindrico dell'utensile. Campo di applicazione: dimensioni 16-40. (Fig. 11)



Fig. 11 RAUTOOL A3

RAUTOOL G2

Attrezzo per le dimensioni 50-110 (disponibile come optional anche per la misura 40 mm). Viene azionato attraverso una pompa idraulica a pedale o un gruppo elettro-idraulico. (Fig. 12).



Fig. 12 RAUTOOL G2

3.2.2 FUSAPEX

Con i tubi di riscaldamento RAUVITHERM SDR 11 è possibile utilizzare le muffole elettrosaldate FUSAPEX in alternativa ai manicotti autobloccanti REHAU. Le muffole elettrosaldate FUSAPEX sono realizzate in polietilene reticolato e supportano temperature comprese tra -40°C e $+95^{\circ}\text{C}$. La loro lavorazione richiede l'utilizzo del set di strumenti FUSAPEX (Fig. 13).

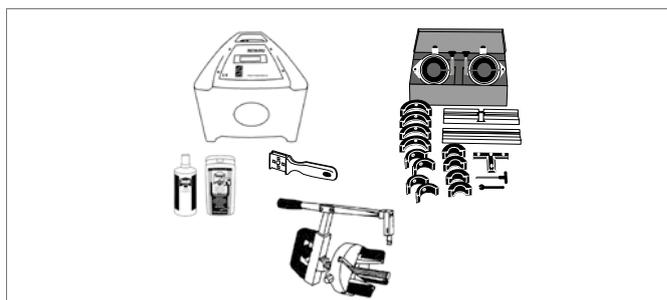


Fig. 13 Set di attrezzi FUSAPEX

3.3 Sistema di manicotti isolanti RAUVITHERM

Il manicotto è realizzato in PE-HD, un materiale estremamente robusto e resiliente. Al fine di garantire un collegamento ottimale sono disponibili numerosi accessori, tra cui il nastro abrasivo, le strisce per la misurazione della temperatura e le punte Forstner, utilizzate per praticare il foro da riempire con schiuma di poliuretano espanso. I manicotti sono prodotti in due versioni: come raccordo a T o come manicotto di collegamento.



Fig. 14 Sistema di manicotti

Il set di manicotti a T include:

- 1 manicotto a T grande o piccolo
- 3 guaine termoretraibili
- 11 viti (manicotto a T grande)
- 1 tappo di sfogo
- Foglio istruzioni



Fig. 15 Raccordo a T RAUVITHERM

Sistema di manicotti isolanti RAUVITHERM

Il manicotto di collegamento RAUVITHERM serve per isolare gli intermedi e i manicotti terminali.

Il set di manicotti di collegamento include:

- 1 manicotto di collegamento grande o piccolo
- 2 guaine termoretraibili
- 1 tappo di sfogo
- Foglio istruzioni



Fig. 16 Manicotto di collegamento RAUVITHERM

Specifiche del sistema di manicotti

Polietilene ad alta densità (PE-HD):

Conducibilità termica	0,43 W/mK
Range di temperatura di scioglimento dei cristalli	105 – 110 °C
Densità	0,93 g/cm ³
Modulo di elasticità	600 N/mm ²
Classe materiale (DIN 4102)	B2 (normalmente infiammabile)

Tabella 4 Specifiche del sistema di manicotti

Guaina termoretraibile per set di manicotti

La guaina termoretraibile viene ricoperta internamente con un collante che si scioglie con il caldo, in modo da assicurare il sigillamento con il tubo Rauvitherm.

Specifiche della guaina termoretraibile

Resistenza alla tensione	14 MPa
Dilatazione max.	300 %
Densità	1,1 g/cm ³
Assorbimento acqua	< 0,1 %
Temperatura di scioglimento del collante	80 – 90 °C
Classe materiale (DIN 4102)	B2 (normalmente infiammabile)

Tabella 5 Specifiche della guaina termoretraibile

3.4 Poliuretano espanso per manicotti RAUVITHERM

I manicotti RAUVITHERM sono isolati mediante poliuretano espanso a due componenti.

Il set include:

- 2 flaconi
- 1 dosatore
- Istruzioni di preparazione ed uso



Fig. 17 Set di prodotti

 Leggere attentamente le schede di sicurezza e le istruzioni per l'uso allegate alle confezioni prima di utilizzare prodotti a base di poliuretano espanso.

Dati tecnici – componente A, colore marrone

Punto di infiammabilità	> 200 °C
Pressione vapore (20 °C)	1 hPa
Densità (20 °C)	1,23 g/cm ³

Tabella 6 Dati tecnici – componente A

Dati tecnici – componente B, colore giallo chiaro

Punto di infiammabilità	-5 °C
Pressione vapore (20 °C)	345 hPa
Densità (20 °C)	1,06 g/cm ³

Tabella 7 Dati tecnici – componente B

Dati tecnici – poliuretano espanso [temperatura di misurazione 20 °C]

Rapporto di miscelazione Peso (A:B)	146:100
Rapporto di miscelazione Volume (A:B)	130:100
Tempo di reazione	54 secondi
Tempo necessario per la formazione di filamenti	335 secondi
Massa specifica apparente (schiuma libera)	42 kg/m ³
Massa specifica apparente (nucleo)	>60 kg/m ³
Grado di compattezza celle	>88 %

Tabella 8 Dati tecnici – poliuretano espanso

Tempi di lavorazione consigliati in relazione alla temperatura del poliuretano espanso

Temperatura	Tempo di miscelazione/agitazione	Tempo di lavorazione
25 °C	20 s	30 s
20 °C	25 s	40 s
15 °C	40 s	50 s

Tabella 9 Lavorazione dei componenti in poliuretano espanso

3.5 Dimensioni dei tubi RAUVITHERM

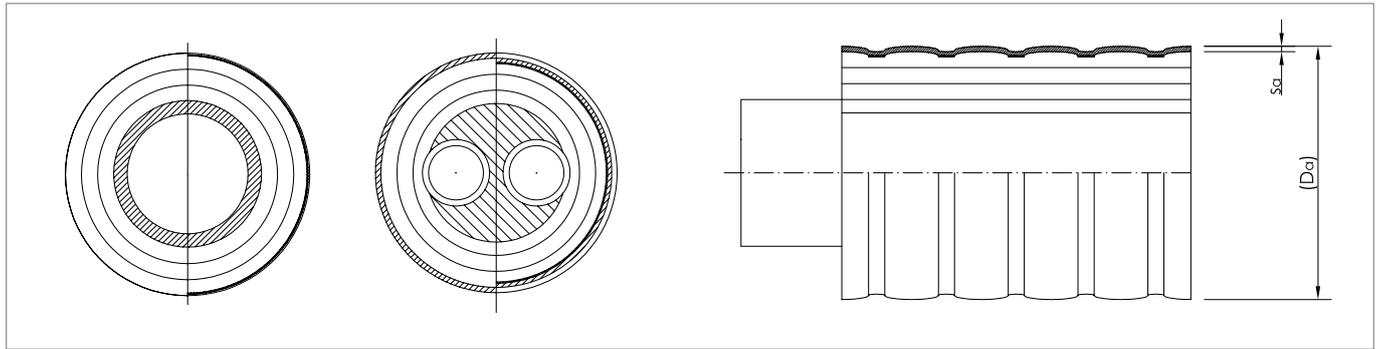


Fig. 18 Schema del tubo RAUVITHERM

Dimensioni RAUVITHERM

Misura	Diametro tubo interno	Spessore di parete del rivestimento esterno	Diametro esterno tubo isolato
UNO 25	25 mm	3 mm	120 mm
UNO 32	32 mm	3 mm	120 mm
UNO 40	40 mm	3 mm	120 mm
UNO 50	50 mm	3 mm	150 mm
UNO 63	63 mm	3 mm	150 mm
UNO 75	75 mm	3 mm	175 mm
UNO 90	90 mm	4 mm	175 mm
UNO 110	110 mm	4 mm	190 mm
UNO 125	125 mm	5 mm	210 mm
DUO 25	68 mm	3 mm	150 mm
DUO 32	70 mm	3 mm	150 mm
DUO 40	84 mm	3 mm	150 mm
DUO 50	104 mm	4 mm	175 mm
DUO 63	142 mm	5 mm	210 mm

4.1 Considerazioni di carattere generale

Con i tubi RAUVITHERM si possono realizzare sia delle reti di alimentazione del calore per impianti a Biogas sia delle piccole reti di teleriscaldamento come anche delle linee di collegamento tra due edifici in modo conveniente.

4.1.2 Sistema di collegamento a derivazione

Questo sistema prevede allacciamenti agli edifici attraverso derivazioni da una condotta principale.

Caratteristiche

- Massima flessibilità di progettazione
- Posa preliminare molto agevole
- Possibilità di collegarsi alla condotta principale in un secondo tempo

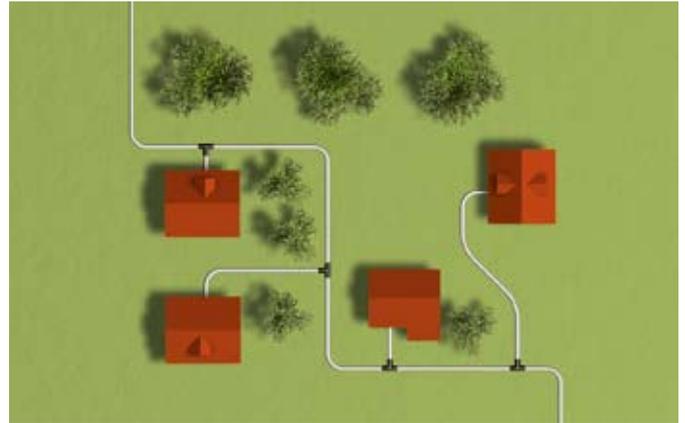


Fig. 19 Sistema di collegamento a derivazione

4.1.3 Sistema di collegamento "a graffa"

La disponibilità dei rotoli di tubo RAUVITHERM con lunghezza elevata consente, in molti casi, di evitare una posa interrata delle giunzioni e delle diramazioni. Il tubo RAUVITHERM viene posato da un edificio all'altro e ritorno.

Vantaggio

- Nessun raccordo interrato e quindi minori costi di installazione.

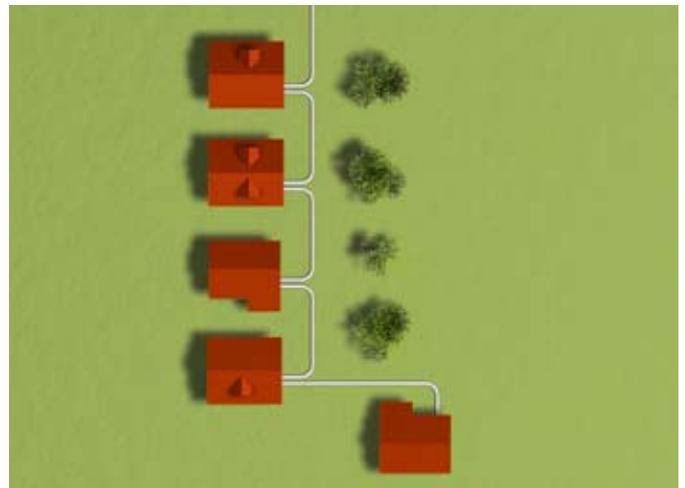


Fig. 20 Sistema di collegamento "a graffa"

4.1.4 Sistema con diramazione dal tubo in acciaio preisolato con rivestimento in plastica

Esiste la possibilità di realizzare una diramazione da un tubo in acciaio preisolato con rivestimento in plastica a un tubo RAUVITHERM per aprire una nuova rete o per allacciarsi a un singolo edificio.

Vantaggi

- Nel caso in cui le temperature di esercizio della condotta principale siano troppo elevate, è possibile creare una rete secondaria attraverso un accoppiamento apposito utilizzando il sistema RAUVITHERM
- Se la potenza termica, ovvero la portata della condotta principale fosse troppo elevata, è possibile creare una diramazione senza dover adottare misure speciali con tubi RAUVITHERM.

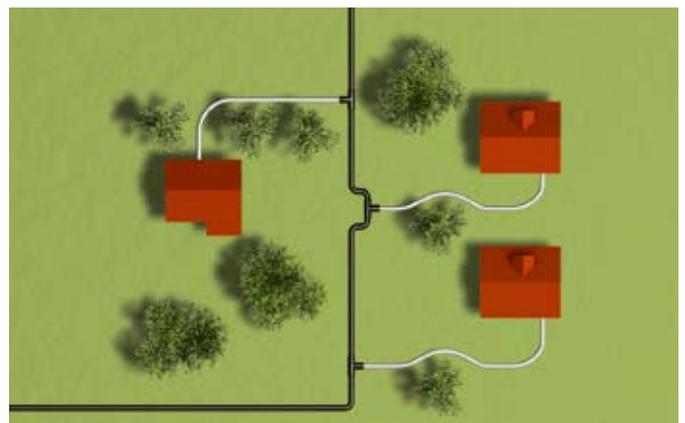


Fig. 21 Sistema con diramazione dal tubo in acciaio preisolato con rivestimento in plastica

4.2 Indicazioni per la progettazione

Dalle curve di riscaldamento che si registrano nell'arco di un anno (vedi Fig. 22) risulta evidente che la piena potenza termica serve di fatto solo per pochi giorni all'anno. Un dimensionamento dei diametri nominali delle tubature per teleriscaldamento effettuato considerando la massima potenza termica provoca un aumento delle spese di investimento e, a causa della maggiore dispersione di calore, anche di quelle di esercizio. Le tubature dovrebbero, quindi, essere dimensionate al minimo, poiché le misure per ovviare alla maggiore perdita di carico nei periodi di piena potenza termica vengono largamente compensate dai risparmi cui si è accennato sopra. Inoltre, potrebbe rivelarsi utile una seconda pompa che, durante il funzionamento a pieno carico, si attiva automaticamente e funge da sicurezza in altri casi.

Può inoltre essere opportuno, in particolare per i raccordi, predisporre una rete a tre tubazioni (due di mandata ed una di ritorno) oppure a quattro tubazioni (due di mandata e due di ritorno). Se queste ultime si attivano soltanto dopo che le prime hanno superato la loro capacità di trasporto, la rete funziona per buona parte dell'anno con dispersioni termiche molto contenute.

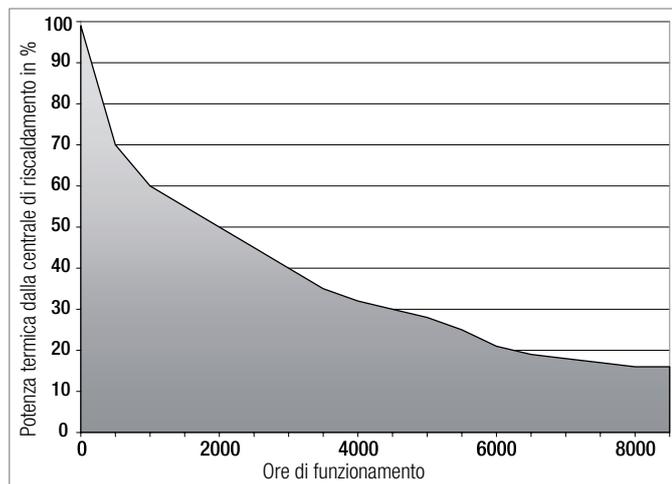


Fig. 22 Curva di funzionamento tipica nell'arco di un anno

4.3 Dimensionamento

Grazie alla loro scarsa rugosità, i tubi RAUVITHERM garantiscono una resa idraulica notevolmente maggiore rispetto a quelli in acciaio. Le tabelle relative alla perdita di carico dei tubi in acciaio non possono, quindi, essere utilizzate per calcolare la perdita di carico dei tubi RAUVITHERM. Per il dimensionamento dei tubi RAUVITHERM vanno confrontati soprattutto i valori di dispersione termica e di prevalenza disponibili. Dato che la piena prevalenza serve effettivamente soltanto pochi giorni all'anno, riducendo le dimensioni dei tubi è possibile ridurre notevolmente la dispersione di calore e la quantità di materiale da utilizzare.

Per il dimensionamento è necessario conoscere i massimi carichi di riscaldamento della rete. Per i tubi con un diametro interno differente, per il calcolo della perdita di carico è possibile consultare le tabelle nelle pagine seguenti per tubi SDR 11 (Fig. 23 e 24); vedere inoltre esempio di calcolo a pag. 15 e seguenti.

4.4 Calcolo della perdita di carico nei tubi

4.4.1 Calcolo della perdita di carico nei tubi SDR 11

Per valutare le perdite di carico in un tratto di tubazione occorre determinare l'andamento del tracciato e la lunghezza necessaria. Per il dimensionamento è possibile utilizzare da un lato la portata [l/s] o l'energia trasportata [kW/h] con la differenza di temperatura [K] da ottenere.

Procedimento di calcolo sulla base della portata \dot{m} [l/s]: am

Esempio tubi SDR 11:

Portata: 0,65 l/s
Lunghezza tracciato: 100 m
= Lunghezza totale tubazione: 200 m

Scelta delle dimensioni del tubo

Con l'aiuto di un righello tracciare una linea verticale verso l'alto partendo dal valore 0,65 l/s (linea rossa). In corrispondenza del punto di intersezione (circuiti) tracciare una seconda linea verso sinistra fino alla tabella "Perdita di carico" [Pa/m] (righe verdi). Le linee così tracciate intersecheranno i valori relativi alla discesa della perdita di pressione R in [Pa/m].

Scelta della velocità di flusso

Partendo sempre dai punti di intersezione (circuiti) tracciare una linea obliqua verso sinistra in alto (linea blu).

Procedimento di calcolo sulla base della potenza termica [kW]

Anche nel caso in cui fossero disponibili i valori relativi al salto termico in K e quelli relativi alla potenza termica in kW, il primo passaggio consiste nel tracciare una linea.

Esempio:

Scostamento: 30 K
Potenza termica: 80 kW
Lunghezza: 100 m

Scelta

Con l'aiuto di un righello tracciare una linea verticale verso l'alto partendo dal valore 80 kW (linea gialla). Per il resto i passaggi sono identici a quelli spiegati per il procedimento di calcolo in base al valore della portata.

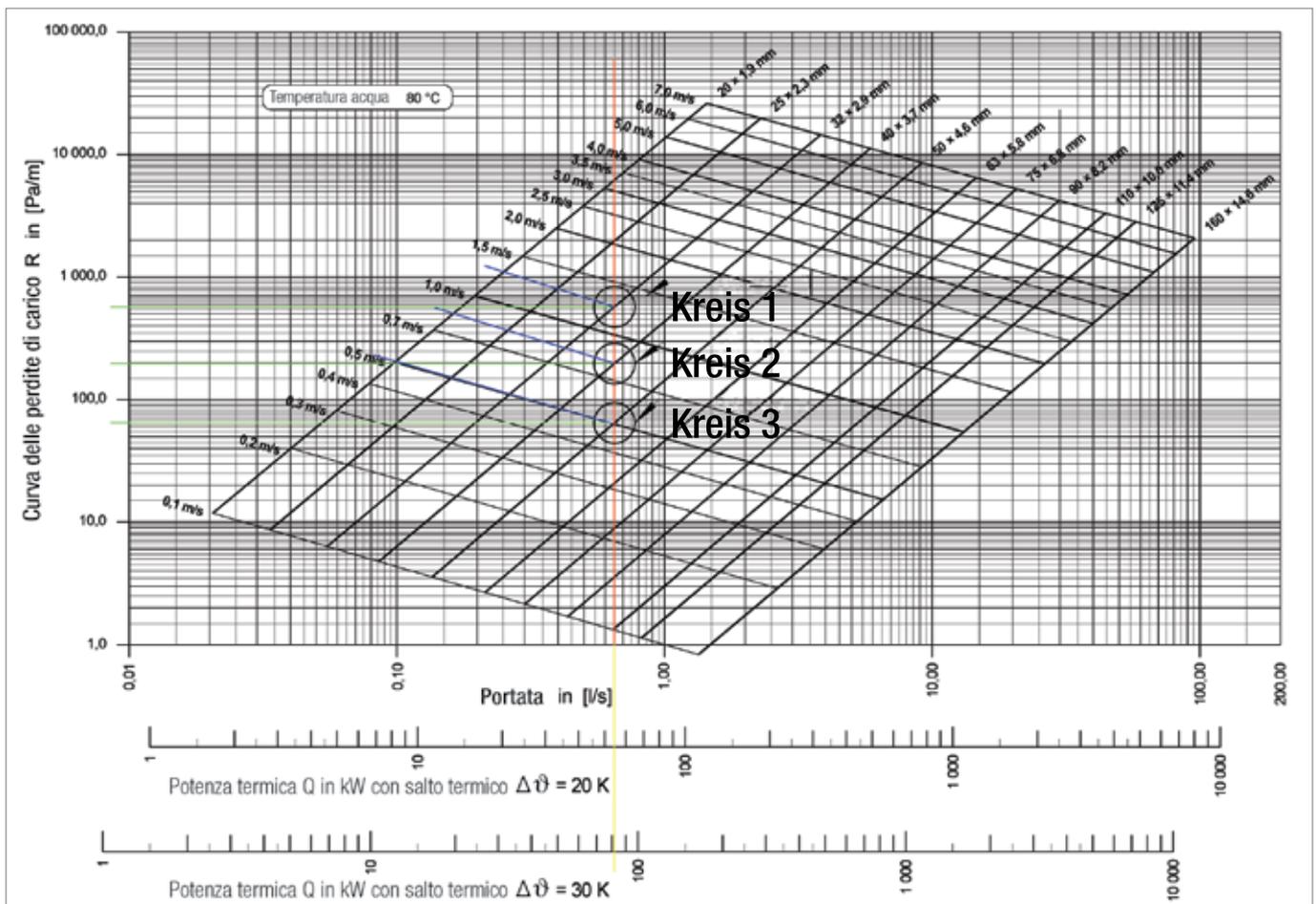


Fig. 23 Diagramma delle perdite di carico SDR 11

Alternative

Circuito 1, dimensioni:	32 x 2,9
Linea verde della perdita di carico complessiva:	550 Pa/m 550 Pa/m x 200 m = 110.000 Pa = 1,1 bar = 11 mWs
Velocità di flusso:	1,3 m/s

Circuito 3, dimensioni:	50 x 5,7
Perdita di carico complessiva:	65 Pa/m 65 Pa/m x 200 m = 13.000 Pa = 0,13 bar = 1,3 mWs
Velocità di flusso:	0,5 m/s

Circuito 2, dimensioni:	40 x 3,7
Perdita di carico complessiva:	200 Pa/m 200 Pa/m x 200 m = 40.000 Pa = 0,4 bar = 4 mWs
Velocità di flusso:	0,8 m/s

Ulteriori tabelle relative alla perdita di carico sono disponibili su richiesta

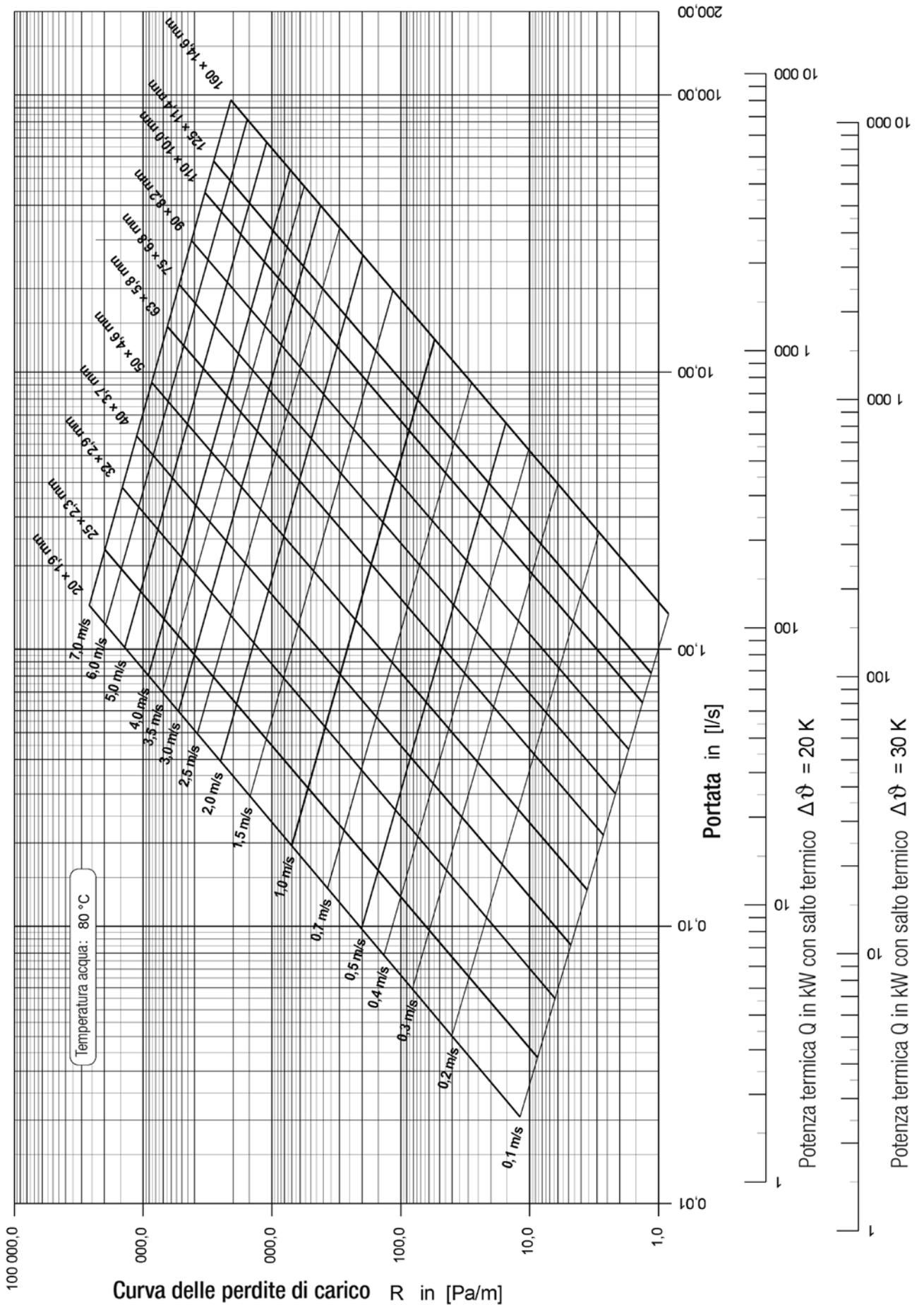


Fig. 24 Diagramma delle perdite di carico per SDR 11

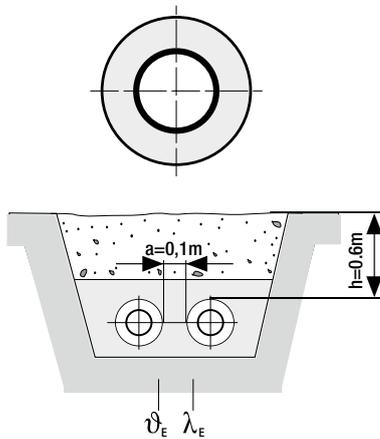


Fig. 25 RAUVITHERM UNO SDR 11

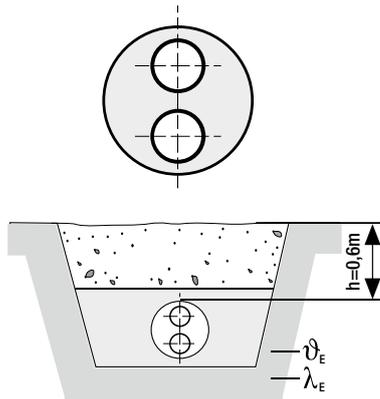


Fig. 26 RAUVITHERM DUO SDR 11

4.5 Dispersioni termiche dei tubi

4.5.1 Dispersioni termiche dei tubi RAUVITHERM

Con una temperatura del terreno di 10°C, una conduttività del suolo di 1,2 W/mK, uno strato di copertura di 0,6 m e (in caso di utilizzo di due tubi UNO) una distanza tra i tubi di 0,1 m, in ogni metro di tubo si registrano, alle rispettive temperature di esercizio medie, le seguenti dispersioni termiche. Le dispersioni termiche indicate valgono per 1 m di tubo RAUVITHERM.

Base del calcolo

Tipo di posa tubo UNO: 2 tubi nel terreno

Tipo di posa tubo DUO: 1 tubo nel terreno

Distanza tra i tubi tubo UNO:

$$a = 0,1 \text{ m}$$

Strato di copertura:

$$h = 0,6 \text{ m}$$

Temperatura del terreno:

$$\vartheta_E = 10^\circ\text{C}$$

Conduttività del suolo:

$$\lambda_E = 1,2 \text{ W/mK}$$

Conduttività della schiuma di poliuretano espanso

con Pentano come reagente:

$$\lambda_{\text{PU}} = 0,043 \text{ W/mK}$$

Conduttività del tubo in PE-Xa:

$$\lambda_{\text{PE-Xa}} = 0,38 \text{ W/mK}$$

Conduttività del tubo di rivestimento:

$$\lambda_{\text{PE}} = 0,09 \text{ W/mK}$$

Dispersioni termiche durante il funzionamento

$$Q = U (\vartheta_B - \vartheta_E) \quad [\text{W/m}]$$

U = coefficiente di trasmissione del calore [W/mK]

ϑ_B = temperatura media di esercizio [°C]

ϑ_E = temperatura del terreno [°C]

Dispersione termica tubo UNO SDR 11 (mandata e ritorno) – Perdita di temperatura per entrambi i tubi UNO

	U [W/mK]	Dispersione termica Q [W/m]					
		Temperatura media di esercizio T_B [°C]					
		40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
25/120	0,326 W/mK	9,8	13,1	16,3	19,6	22,9	26,1
32/120	0,381 W/mK	11,4	15,3	19,1	22,9	26,7	30,5
40/120	0,446 W/mK	13,4	17,8	22,3	26,8	31,2	35,7
50/150	0,450 W/mK	13,5	18,0	22,5	27,0	31,5	36,0
63/150	0,553 W/mK	16,6	22,1	27,7	33,2	38,7	44,3
75/175	0,568 W/mK	17,0	22,7	28,4	34,1	39,7	45,4
90/175	0,677 W/mK	20,3	27,1	33,8	40,6	47,4	54,2
110/190	0,816 W/mK	24,5	32,6	40,8	48,9	57,1	65,2
125/210	0,846 W/mK	25,4	33,8	42,3	50,7	59,2	67,7

Dispersione termica tubo DUO SDR 11

	U [W/mK]	Dispersione termica Q [W/m]					
		Temperatura media di esercizio T_B [°C]					
		40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
25+25/150	0,245 W/mK	7,3	9,8	12,2	14,7	17,1	19,6
32+32/150	0,259 W/mK	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8
40+40/150	0,321 W/mK	9,6	12,8	16,1	19,3	22,5	25,7
50+50/175	0,336 W/mK	10,1	13,4	16,8	20,1	23,5	26,9
63+63/210	0,384 W/mK	11,5	15,4	19,2	23,1	26,9	30,7

4.6 Tipi di posa

Grazie alla flessibilità dei tubi RAUVITHERM sono possibili diversi tipi di posa. La miglior soluzione deve essere valutata sulla base delle caratteristiche del luogo.

4.6.1 Posa in scavo aperto

Il metodo di posa più comune è quello della realizzazione di uno scavo apposito. Per i tubi RAUVITHERM basta scavare una trincea molto stretta. Soltanto in corrispondenza dei punti di raccordo è opportuno predisporre uno spazio che consenta di lavorare agevolmente.

Vantaggi

- Massima flessibilità di posa senza bisogno di attrezzi speciali
- Trincee di posa strette
- Semplice ed economico
- Possibilità di effettuare allacciamenti aggiuntivi in qualunque momento



Fig. 27 Posa in scavo aperto

4.6.2 Metodo con inserimento in canalina

Questo metodo consente di posare i tubi RAUVITHERM in canali dismessi, canaline vuote precedentemente posate o tubi di rivestimento in plastica da risanare.

Vantaggi

- Risanamento agevole di tubazioni danneggiate
- Possibilità di posa a costi contenuti attraverso canaline vuote preesistenti o applicate attraverso la bobina perforante
- Grazie all'accoppiamento longitudinale della tubazione è possibile operare con elevate forze di inserimento raggiungendo così notevoli lunghezze



Fig. 28 Metodo con inserimento in canalina

4.6.3 Metodo per mezzo di aratura

Con questo procedimento i tubi vengono posati velocemente e senza grande sforzo.

Questo tipo di posa viene utilizzata con terreno libero da pietre oppure quando è garantito il letto di sabbia per la posa del tubo.

Vantaggi

- Non è necessario nessuno scavo
- Posa veloce delle tubazioni



Fig. 29 Metodo per mezzo di aratura



Nel caso di posa di RAUVITHERM tramite aratura e nel caso di posa nella falda d'acqua, contattare il dipartimento tecnico REHAU

4.7 Lavori di scavo

Le dimensioni dello scavo per la posa delle tubazioni influiscono sul valore e sulla distribuzione del carico esercitato dal terreno e dal traffico e, quindi, sull'agibilità della tubazione. La larghezza del piano dello scavo va calcolata in base al diametro esterno del tubo e, successivamente, alla necessità o meno di disporre di un'area di lavoro agibile durante la posa dei tubi. La posa in corrispondenza delle vie di circolazione del traffico va effettuata secondo la norma DIN 1072, in ottemperanza delle classi di sollecitazione SLW 30 (corrisponde a un carico totale di 300 KN) o SLW 60. Per un carico maggiore di SLW 30 (per es. SLW 60) occorre utilizzare una sovrastruttura (per es. lastre per la ripartizione del carico) secondo la direttiva RStO 75.

Per i tubi RAUVITHERM servono aree di lavoro agibili, definite ai sensi della norma DIN 4124, soltanto in corrispondenza dei collegamenti a manicotto. L'altezza della copertura deve variare da un minimo di 60 cm fino a un massimo di 2,6 m. Per eventuali coperture di altezza maggiore va effettuato un calcolo statico di accertamento. Il piano dello scavo di posa va realizzato nella larghezza e profondità prestabilite, secondo modalità tali da garantire l'appoggio della tubazione sull'intera lunghezza.

Il terreno del piano dello scavo non deve essere smosso. Il terreno coesivo va estratto fino alla profondità in cui risulta più compatto e sostituito con terreno non coesivo o altro appoggio particolare per tubi. Il terreno smosso e/o non coesivo va ricompattato.



Fig. 30 Scavo di posa



Fig. 31 Piano dello scavo

4.7.1 Scavo per la posa dei tubi

Nelle figure seguenti sono riportate le sezioni degli scavi (tutte le dimensioni sono espresse in cm). Nella zona in corrispondenza del passaggio dei tubi deve essere utilizzata esclusivamente sabbia 0/4 e realizzato un riempimento manuale procedendo strato per strato.

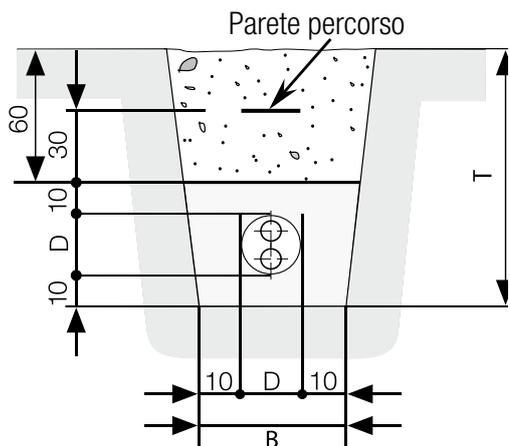


Fig. 32 Tubi DUO

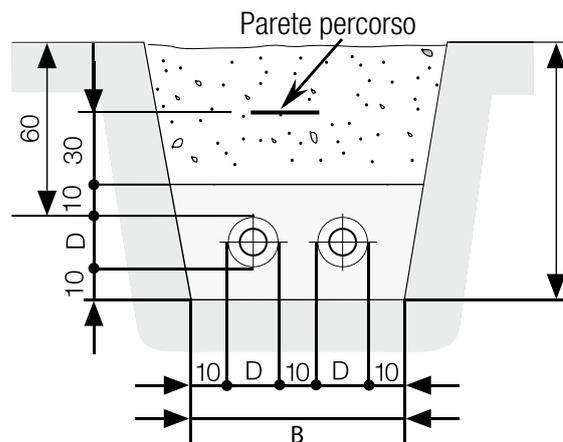


Fig. 33 Sistema a 2 condotti con tubi UNO

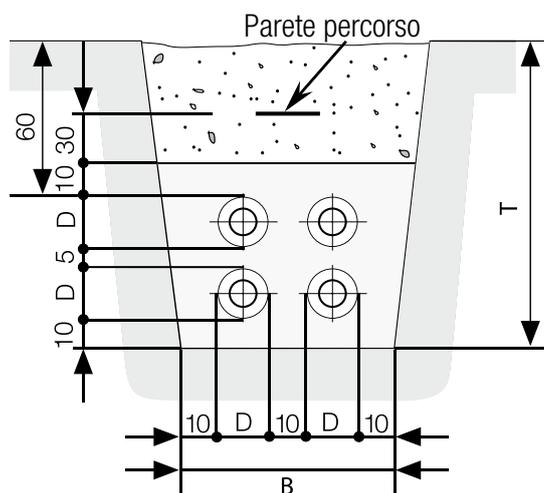


Fig. 34 Sistema a 4 condotti con tubi UNO posati su due file

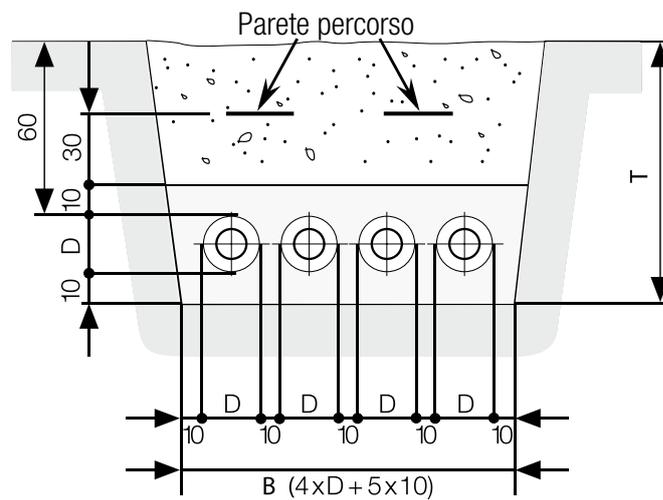


Fig. 35 Sistema a 4 condotti con tubi UNO posati su una fila

4.7.2 Distanze di posa tra i condotti di alimentazione

La posa va effettuata rispettando delle distanze minime dagli altri condotti di alimentazione (vedere Tab. 10). Le condutture dell'acqua potabile prossime alle tubature per teleriscaldamento vanno protette dai possibili effetti del calore, provvedendo all'occorrenza ad isolarle qualora non risultasse possibile rispettare le distanze predefinite.

Tipo di condotto di alimentazione	Condotti paralleli <5 m condotti incrociati	Condotti paralleli >5 m
Cavo di segnalazione e misurazione da 1-kV *	0,3 m	0,3 m
Cavo da 10-kV o da 30-kV *	0,6 m	0,7 m
Più cavi da 30-kV oppure cavoda oltre 60 kV *	1,0 m	1,5 m
Condotti per gas e acqua	0,2 m	0,4 m

Tabella 10 Distanze minime

4.7.3 Fissaggio dei tubi in situazioni di montaggio specifiche

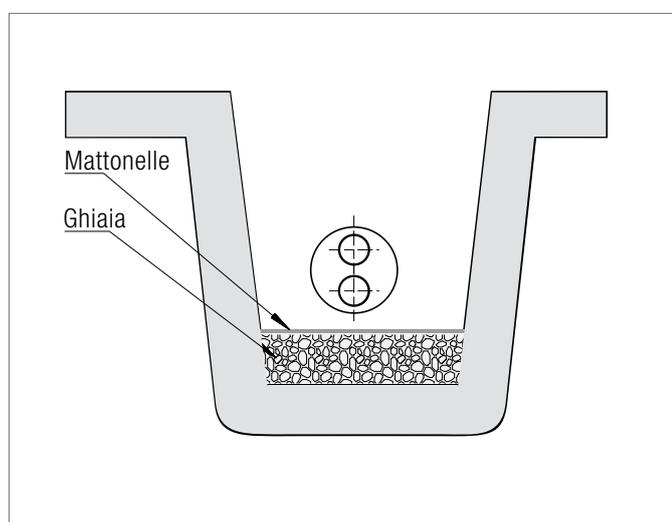


Fig. 36 Mattonelle nello scavo di posa

Terreni paludosi e alluvionali

In caso di posa di tubazioni in terreni paludosi e/o alluvionali costieri, in prossimità di falde sotterranee o al di sotto di aree trafficate, è necessario rimuovere eventuali ostacoli, in grado di influenzare le fondamenta su cui poggiano i tubi, fino a una profondità sufficiente al di sotto dei tubi stessi. Se il piano dello scavo di posa non fosse sufficientemente portante e/o presentasse un contenuto elevato di acqua oppure se vi fossero strati di terreno di natura differente con portata variabile, la tubazione va protetta con tecniche di costruzione adeguate, ad esempio attraverso l'applicazione di uno strato di mattonelle.

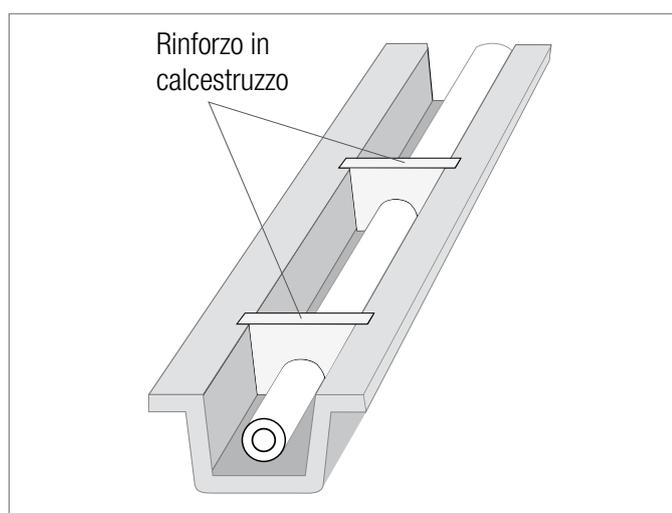


Fig. 37 Rinforzo trasversale

Discese

Nei tratti in discesa è indispensabile impedire che lo strato di appoggio possa franare, applicando rinforzi trasversali adeguati, e operando, all'occorrenza, un drenaggio.



Fig. 38 Tubo RAUVITHERM

5.1 Trasporto e stoccaggio

Se il trasporto e lo stoccaggio vengono effettuati in maniera errata, i tubi, gli accessori e i pezzi stampati della serie RAUVITHERM potrebbero riportare danni in grado di pregiudicare la sicurezza di funzionamento e le proprietà di isolamento termico. Prima di procedere con la posa è necessario verificare che i tubi e i relativi componenti siano integri e non riportino danni causati in fase di trasporto e/o stoccaggio. Non posare tubi e componenti danneggiati.

5.1.1 Tempo di stoccaggio

Per impedire l'entrata di corpi estranei nelle tubazioni e danni ai tubi di servizio dovuti all'esposizione ai raggi UV è necessario chiudere il tubo RAUVITHERM in corrispondenza delle estremità di taglio. Evitare inoltre il contatto con oggetti e sostanze che potrebbero danneggiarlo (vedere la norma DIN 8075). I tubi RAUVITHERM con rivestimento esterno in PE-HD possono essere immagazzinati in un luogo esposto alla luce solare diretta solo per un periodo di tempo limitato.

Per quanto riguarda l'Europa centrale, i tubi possono essere conservati all'aperto per un massimo di 2 anni dalla data di produzione senza che la loro resistenza venga compromessa. In caso di posa all'aperto per periodi prolungati e in zone con un forte irradiazione solare, ad esempio sul mare, nei paesi meridionali o a un'altezza superiore ai 1500 metri, è necessario predisporre una tettoia per riparare i tubi dal sole. Se i tubi vengono coperti con un telone, questo deve essere resistente ai raggi UV e garantire al contempo una buona ventilazione per evitare l'accumulo di calore. Se l'immagazzinaggio avviene in aree riparate dalla luce, non esiste un tempo di stoccaggio massimo.

5.1.2 Trasporto

I rotoli devono essere trasportati su un piano di carico, disposti in orizzontale e bloccati in modo che non possano scivolare accidentalmente. Pulire accuratamente il piano di carico prima di procedere con il posizionamento dei tubi.



Fig. 39 Trasporto

5.1.3 Sollevamento con gru

Se si solleva un rotolo con una gru, evitare di trascinarlo lasciandone strisciare una parte al suolo e di fare leva sulla metà sollevata. Fare attenzione durante la movimentazione dei rotoli. Per il sollevamento non vanno utilizzate funi, bensì una cinghia con larghezza minima di 50 mm.



Fig. 40 Sollevamento con gru

5.1.4 Sollevamento con muletto

In caso di trasporto con muletto, le forche devono essere rivestite con un'imbottitura in materiale morbido (cartone o tubi in plastica). È necessario fissare i tubi sulle forche in modo che non possano scivolare accidentalmente.



Fig. 41 Srotolamento con muletto

5.1.5 Stoccaggio

È consigliabile appoggiare i rotoli in posizione orizzontale su assi in legno, in modo da escludere la possibilità di eventuali danni e agevolarne la presa al tempo stesso. Non appoggiare i rotoli su materiali ad angolo vivo ed evitare di sistemarli in verticale poiché potrebbero ribaltarsi.

Attenzione: pericolo di lesioni personali!

Data la superficie di appoggio ridotta, inoltre, le parti nel rivestimento esterno potrebbero schiacciarsi facilmente.



Fig. 42 Stoccaggio



Fig. 43 Taglio delle reggette

 Durante la rimozione delle reggette che fissano il rotolo, le estremità del tubo potrebbero aprirsi di scatto! Togliere quindi le reggette procedendo per strati. **Non effettuare questa operazione in zone di pericolo!**

5.2 Posa

Taglio delle reggette

I tubi RAUVITHERM con diametro esterno fino a 210 mm vengono forniti in rotoli. Prestare particolare attenzione in fase di srotolamento: non appena vengono rimosse le reggette, infatti, le estremità del tubo potrebbero sfuggire al controllo e aprirsi di scatto.



Fig. 47



Fig. 44 Apertura per strati

Apertura per strati

Evitare che la sezione del tubo già srotolato possa torcersi e di conseguenza piegarsi. Per questa ragione è opportuno srotolare il tubo strato per strato.



Fig. 45 Srotolamento della bobina

Srotolamento della bobina

I tubi con diametro esterno fino a 150 mm vengono generalmente srotolati in posizione verticale. In caso di diametri maggiori si consiglia di utilizzare un dispositivo di srotolamento specifico. Ad esempio, i rotoli possono essere appoggiati in orizzontale su dispositivi rotanti a croce e srotolati a mano o con l'aiuto di un mezzo in movimento a marcia lenta.



Con i tubi DUO è possibile sovrapporre i tubi di mandata e ritorno in modo da poter deviare più facilmente i raccordi laterali.



Fig. 46 Fissaggio in tratti curvi

Fissaggio in tratti curvi

L'elevata flessibilità dei tubi RAUVITHERM semplifica notevolmente le operazioni di posa. Ad esempio è possibile aggirare eventuali ostacoli o cambiare direzione all'interno dello scavo, il tutto senza utilizzare raccordi. A tal proposito occorre comunque rispettare i raggi di curvatura minimi basati sulla temperatura del tubo riportati nella tabella seguente.

Raggi di curvatura

Se i raggi di curvatura indicati in precedenza dovessero essere raggiunti con temperature del rivestimento piuttosto basse, il tratto da curvare va preriscaldato (ad es. con una fiamma libera tramite cannello). In genere, il preriscaldamento si esegue a partire dal limite di congelamento.

Diametro esterno D di RAUVITHERM	Raggio di curvatura minimo R con rivestimento a 10°C
120 mm	0,9 m
150 mm	1,0 m
175 mm	1,1 m
190 mm	1,2 m
210 mm	1,4 m

Tabella 11 Raggi di curvatura minimo di RAUVITHERM

Alle temperature prossime al punto di congelamento, il tubo si srotola con difficoltà a causa dell'inevitabile calo di flessibilità dovuto al freddo. Può quindi essere utile preriscaldare il rotolo conservandolo per alcune ore all'interno di una stanza o di una tenda riscaldata.



Fig. 48 Tubo di riscaldamento a corto raggio

Riempimento dello scavo con sabbia

Riempire lo scavo di posa del tubo con sabbia di grana 0/4 fino a 10 cm al di sopra del bordo superiore del tubo e compattare a mano procedendo per strati.



Fig. 49 Riempimento dello scavo con sabbia

Nastro segna percorso

Al fine di individuare con facilità il percorso del tubo in caso di lavori di movimentazione terra da eseguire in un secondo momento, si consiglia di applicare a una distanza di 40 cm al di sopra del tubo un nastro segna percorso con la scritta "Attenzione: tubo di teleriscaldamento". Per localizzare con facilità le tubature posate è anche possibile utilizzare un nastro segna percorso con filo metallico.



Fig. 50 Nastro segna percorso

5.3 Collegamento del tubo tramite manicotto autobloccante

1 Tagliare il tubo.

 **Attenzione:**
il tubo RAUVITHERM
tende a ritirarsi!



2 Lunghezze di rimozione dell'isolamento in base al diametro esterno del tubo di servizio:

 Se l'estremità del tubo non è ad angolo retto, rimuovere 2-4 cm in più di isolamento e rifinire il tubo di servizio con un taglio dritto (vedere il punto 5).

Diametro esterno tubo di servizio	I
AD 20 - 40 mm	100 mm
AD 50 - 110 mm	125 mm
AD 125 - 160 mm	150 mm

Tabella 12 Lunghezze di rimozione dell'isolamento

3 Staccare il rivestimento esterno dal tubo utilizzando un seghetto o un tagliatubi.

 Fare attenzione a non danneggiare il tubo di servizio!



4 Rimuovere lo strato di poliuretano espanso.

 Fare attenzione a non rovinare la barriera anti-ossigeno!

5 Tagliare il tubo di servizio praticando un taglio dritto (vedere il punto 2).





Preparare il collegamento del tubo intermedio al manicotto isolante prima di procedere con le fasi successive e spingere il manicotto e la guaina termoretraibile sul tubo (vedere il capitolo 5.3.1).

6 Spingere il manicotto autobloccante sul tubo assicurandosi che l'intaglio presente all'interno sia rivolto verso l'isolamento.



7 Allargare il tubo di circa 30° sfalsati, ripetendo l'operazione due volte.

 Non utilizzare attrezzi di allargamento nell'area del manicotto autobloccante. Ritirare il manicotto fino all'isolamento.

8 Innestare quindi il raccordo (raccordo a T per manicotto a T o intermedio d'unione per manicotto a V), montare la ganascia sull'attrezzo e giuntare il collegamento esercitando pressione.



9 Per collegare un altro manicotto potrebbe essere necessario tagliare un cuneo in modo da lasciare spazio di manovra all'attrezzo di compressione. Rimuovere l'isolamento rispettando le misure fornite nella tabella seguente.

 Leggere attentamente il manuale d'istruzioni dell'attrezzo prima di procedere con il montaggio!

Diametro esterno tubo di servizio	l l attrezzo A3 o M1	l l attrezzo G2
20 - 40 mm	170 mm	-----
40 - 110 mm	-----	270 mm

Tabella 13 Misure per lasciare spazio di manovra all'attrezzo

10 Comprimerne il secondo tubo. Se si utilizza un intermedio d'unione come tecnica di collegamento, l'operazione di raccordo al tubo è terminata.



11 Per realizzare una diramazione a T è necessario comprimere un terzo tubo. All'occorrenza tagliare un cuneo per lasciare spazio di manovra all'attrezzo di compressione. Una volta eseguita questa operazione, la procedura di collegamento è terminata.

5.3.1 Manicotti a T e di collegamento RAUVITHERM

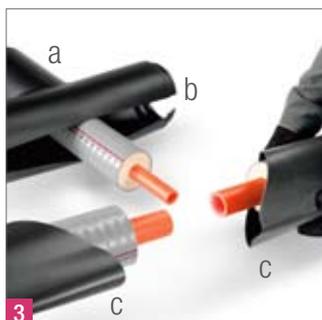
5.3.1.1 Montaggio del manicotto a T



1 Realizzare dei fori di sfiato sui lati utilizzando una punta a spirale da 3 mm e un foro per l'introduzione della schiuma di poliuretano espanso con una punta Forstner da 25 mm a seconda del diametro del tubo nel punto contrassegnato sulla diramazione.



2 Segare le estremità del manicotto in base alle dimensioni del tubo di rivestimento esterno RAUVITHERM da collegare (vedere le tacche).



3 a) Infilare le guaine termoretraibili dritte sul tubo lineare.
b) Aprire il manicotto a T in corrispondenza del taglio longitudinale e infilarlo sulla diramazione del tubo.
c) Infilare la guaina termoretraibile tagliata in obliquo (taglio rivolto verso il manicotto) sul tubo continuo. Collegare quindi il tubo di servizio (vedere il capitolo 5.3 Collegamento del tubo, punto 7).

 Materiale di scarto non deve entrare nel tubo!



4 Tirare indietro il manicotto a T sulla condotta di passaggio e fissarlo a croce alle estremità e al centro utilizzando del nastro in tessuto (ripetere 5 volte).

 Con manicotti a T grandi è necessario avvitare il retro del relativo guscio.

5.3.1.2 Montaggio dei manicotti di collegamento di prima generazione

- 1** Preparazione del manicotto di collegamento
- Praticare un foro di sfiato e un foro per l'introduzione della schiuma di poliuretano espanso.
 - Segare le estremità del manicotto in base alle dimensioni del tubo di rivestimento esterno (vedere le tacche).
- 2** Spingere il manicotto di collegamento con le guaine termoretraibili applicate sul tubo da collegare. Collegare quindi il tubo di servizio (vedere il capitolo 5.3 Collegamento del tubo, punto 7) e posizionare il manicotto di collegamento.



5.3.1.3 Riempimento con schiuma di poliuretano espanso

Riempire il manicotto a T o di collegamento utilizzando l'apposita schiuma per manicotti RAUVITHERM. Per ulteriori informazioni sulla lavorazione della schiuma per manicotti RAUVITHERM, vedere il capitolo 5.3.3. Inserire il tappo del foro di sfiato fino alla prima tacca.

 Il foro di sfiato deve essere libero in modo che l'aria possa fuoriuscire. Chiudere completamente il foro di sfiato inserendo il tappo fino in fondo e attendere 60 minuti prima di procedere con le fasi di lavorazione successive.

5.3.1.4 Restringimento

Preparazione

- Trascorsi 60 minuti, rimuovere la schiuma in eccesso.
- Eliminare ogni traccia di poliuretano espanso, sporco, olio/grasso e umidità in corrispondenza dell'area da restringere sul manicotto e sul tubo di rivestimento esterno e lavorare l'area con della carta vetrata.
- Rimuovere le sbavature presenti sul tappo del foro di sfiato.

- Preriscaldare il tratto da restringere con un cannello.
- La temperatura della superficie del manicotto deve essere di almeno 60°C e va controllata con apposite strisce di misurazione (la parte verde assumerà una colorazione scura).

Manicotto di collegamento a T piccolo

1 Posizionare le guaine termoretraibili e restringerle scaldandole con un cannello. La guaina deve essere sovrapposta di circa 5 cm in corrispondenza del foro per il riempimento con poliuretano espanso o dei fori di sfiato.



2 Posizionare le guaine termoretraibili tagliate in obliquo applicandole sul lato di passaggio e spingendo verso il lato di uscita. La guaina deve aderire perfettamente al lato di uscita (vedere freccia)



3 Riscaldare quanto basta la parte in corrispondenza del taglio obliquo in modo che il collante si sciolga. All'occorrenza passare un panno sulla guaina premendo una leggera pressione.



4 Spingere la guaina per 5 cm sul foro per il riempimento del manicotto con il poliuretano espanso e procedere al restringimento.

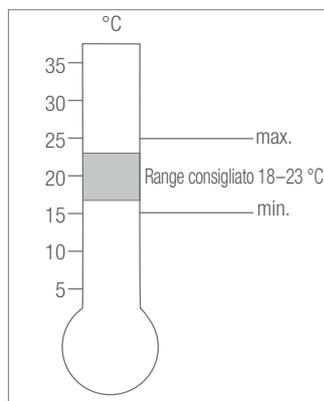


5.3.3 Poliuretano espanso per RAUVITHERM



Per garantire un isolamento termico ottimale, utilizzare il poliuretano espanso per manicotti RAUVITHERM.

Attenzione: il poliuretano espanso per manicotti RAUVITHERM deve essere lavorato secondo le istruzioni d'uso fornite dal produttore.



Per evitare rotture e garantire al contempo una buona schiumatura del manicotto, rispettare le istruzioni fornite di seguito:

- In fase di lavorazione, la temperatura del poliuretano espanso per manicotti RAUVITHERM deve essere compresa tra 15°C e 25°C
- I tempi di agitazione e lavorazione devono essere in linea a quelli riportati nella tabella di fianco

Temperatura	Tempo di agitazione	Tempo di lavorazione
25 °C	20 s	50 s
20 °C	25 s	40 s
15 °C	40 s	50 s

Tabella 14 Tempi di lavorazione del poliuretano espanso



1 Miscelare i due componenti.



2 Agitare bene il flacone chiuso (vedere la Tabella 26) e riempire il manicotto entro i tempi di lavorazione previsti.

5.4 Collegamento del tubo con FUSAPEX

In alternativa al collegamento tramite tecnica a manicotto autobloccante è possibile utilizzare il raccordo saldato FUSAPEX, che supporta temperature comprese tra -40°C e $+95^{\circ}\text{C}$.

Anche con FUSAPEX i tubi RAUVITHERM devono essere lavorati secondo le indicazioni fornite al capitolo 5.3 (passaggi da 1 a 6). Per eseguire il collegamento, fare riferimento all'informazione tecnica 877630 relativa al manicotto elettrosaldabile FUSAPEX.



La lavorazione del raccordo FUSAPEX deve essere eseguita esclusivamente da tecnici formati e qualificati.



Una volta eseguito il collegamento, lasciare raffreddare per il tempo previsto prima di procedere con le altre fasi di lavorazione.

Le operazioni di montaggio del manicotto, schiumatura e restringimento devono essere eseguite sulla base delle istruzioni fornite al capitolo 5.3.1.



Leggere attentamente il manuale d'istruzioni dell'attrezzo prima di procedere con il montaggio!



Fig. 51 Manicotti elettrosaldati FUSAPEX



Fig. 52 Collegamento del tubo con FUSAPEX

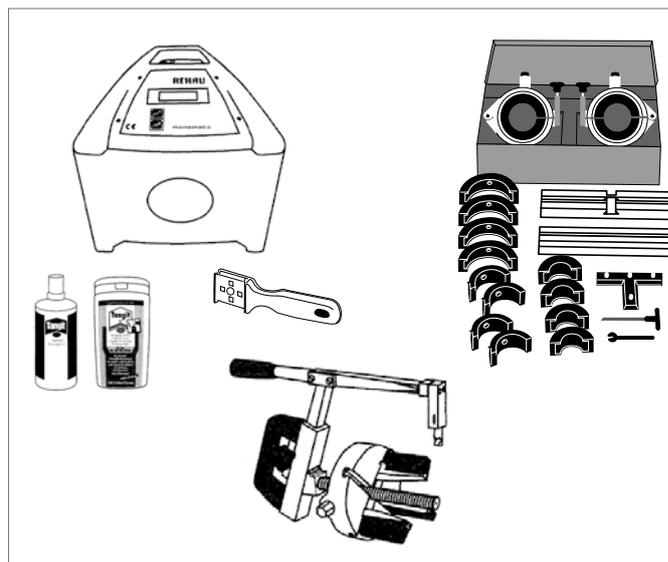


Fig. 53 Set di attrezzi per la realizzazione di collegamenti tramite manicotti elettrosaldati FUSAPEX

5.5 Condotti di collegamento all'edificio

5.5.1 Collegamento in edifici con piano interrato

I tubi RAUVITHERM vanno introdotti dritti. Nel caso in cui la tubazione RAUVITHERM dovesse passare accanto all'edificio, il raggio di curvatura necessario per l'inserimento del tubo deve essere di 2,5 volte quello indicato nella Tabella 11.

Il tubo non è così esposto a sollecitazioni in corrispondenza del punto di attraversamento del muro. In spazi ridotti o troppo stretti è anche possibile utilizzare una curva preformata per ingresso edifici.

I tubi di collegamento all'edificio devono essere posati secondo le distanze indicate nella Tabella 16 (pagina 35 – vedere anche le Fig. 58 e 59).



Fig. 54 Curva preformata per ingresso edifici per tubi UNO e DUO

5.5.6 Curva preformata per ingresso ad edifici

Le curve a settori RAUVITHERM sono da utilizzare quando il raggio di curvatura per l'inserimento nell'edificio è inferiore rispetto a quello specificato al capitolo 5.5.1. In genere vengono installate per il collegamento ad edifici senza piano interrato.

Montaggio

- Montare la guarnizione a muro e posizionare la curva a settori nelle fondamenta
- Fissare la spalla verticale prima di gettare la colata nella platea/fondamenta

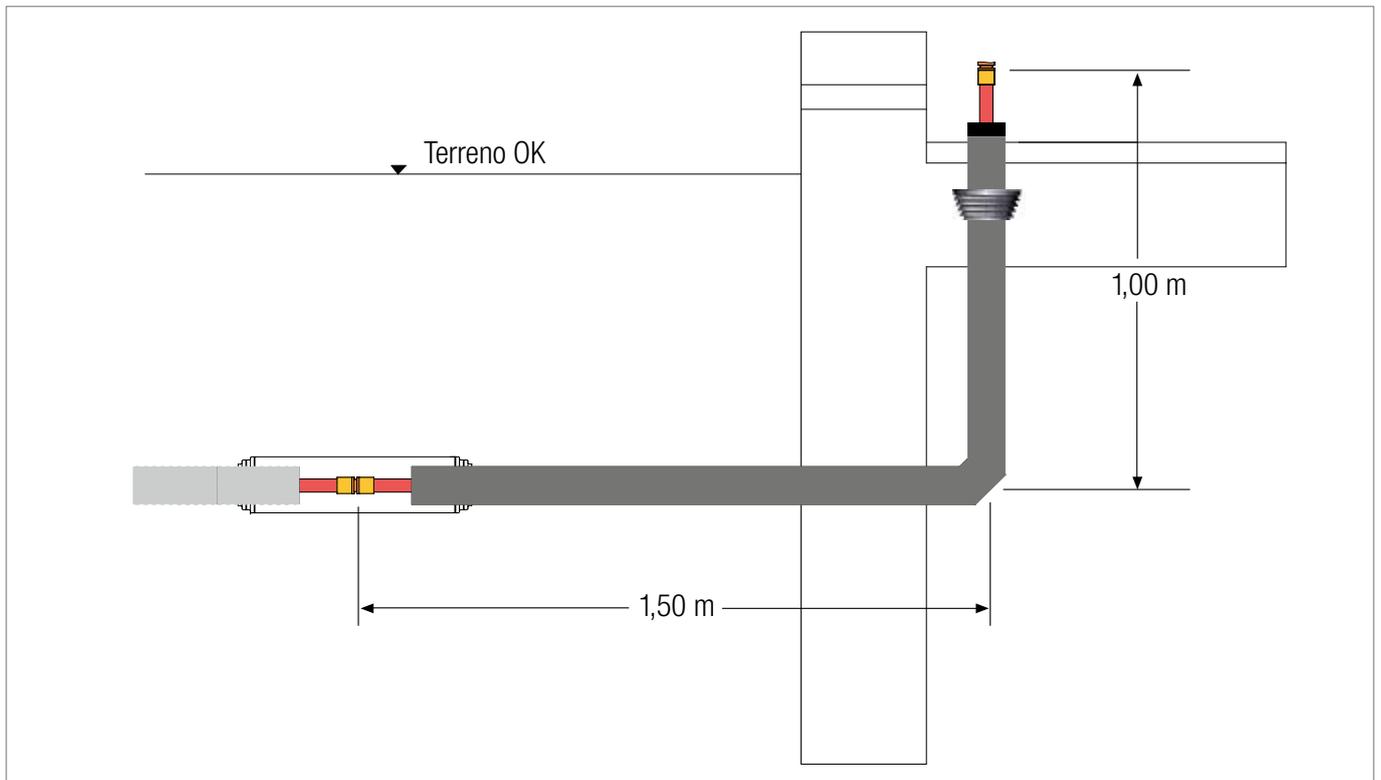


Fig. 55 Schema di collegamento all'edificio

 I tappi devono rimanere inseriti nel tubo di servizio fino al momento del montaggio. Per evitare l'entrata di corpi estranei nei tubi di servizio stoccati all'aperto o il rischio di danneggiamento a seguito dell'esposizione al sole, i tubi devono essere protetti con un telo in plastica resistente ai raggi UV.

5.5.7 Rimozione dell'isolamento e chiusura delle estremità

Per chiudere i tubi vengono applicati alle estremità dei tappi. Se i tappi devono essere murati è necessario rimuovere una parte del rivestimento esterno prima di posizionare i tubi RAUVITHERM nel relativo scavo. In questo caso devono essere montati prima anche dei tappi termoretraibili. Altrimenti l'isolamento può anche essere rimosso dopo l'introduzione dei tubi.

Per realizzare un collegamento tramite manicotto autobloccante con estremità chiuse è necessario rimuovere l'isolamento per il tratto indicato nella Tabella 29.

Montaggio dei tappi termoretraibili

- Rimuovere l'isolamento dal tubo RAUVITHERM secondo quanto riportato nella Tabella 29
- Passare la zona da restringere con della carta vetrata e preriscaldarla a 60°C con un cannello, controllando la temperatura con le apposite strisce di misurazione
- Applicare il tappo termoretraibile e riscaldarlo a fiamma bassa per restringerlo
- Procedere quindi con il collegamento tramite manicotto autobloccante

Tappi termoretraibili	Misura
Tubo interno RAUVITHERM UNO – diametro esterno	A
20 fino a 40 mm	150 mm
50 fino a 110 mm	175 mm
125 fino a 160 mm	200 mm
Tubo RAUVITHERM DUO	B
20 fino a 40 mm	150 mm
50 e 63 mm	175 mm

Tabella 15 Rimozione dell'isolamento con tappi termoretraibili (A, B)

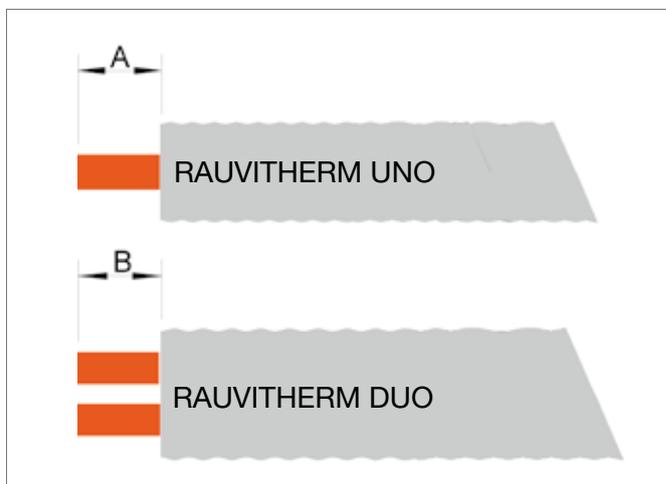


Fig. 56 Lunghezza di rimozione dell'isolamento



Fig. 57 Tappi termoretraibili per tubi UNO e DUO

5.6 Dilatazione in fase di posa

5.6.1 Dilatazione durante la posa nello scavo

Per posare i tubi RAUVITHERM nello scavo non è necessario utilizzare imbottiture di dilatazione o compensatori, in quanto l'attrito del tubo con il terreno è superiore alle forze di dilatazione del materiale polimerico. Dal momento che RAUVITHERM è un tubo scorrevole, è necessario definire dei punti di fissaggio per tutti i collegamenti all'edificio (vedere la Tabella 16).

5.6.2 Dilatazione in caso di posa libera

In caso di collegamento all'edificio, i tubi RAUVITHERM devono essere installati nella parete interna rispettando scrupolosamente le misure indicate nella Tabella 16 in modo da limitare la dilatazione per effetto delle differenti temperature. Se i tappi di chiusura o i tappi termoretraibili vengono integrati nella struttura muraria o entrano nel foro di carotaggio è possibile ridurre le misure 'X' di 60 cm.

Per garantire il supporto delle forze indicate nella tabella è necessario applicare dei collarini di fissaggio in corrispondenza delle scanalature dei raccordi (non sui manicotti autobloccanti).

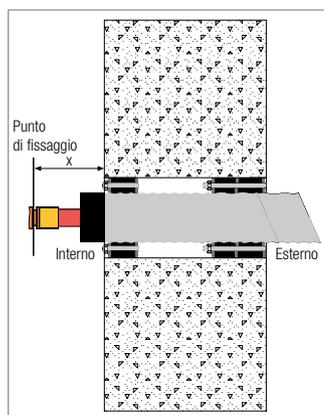


Fig. 58

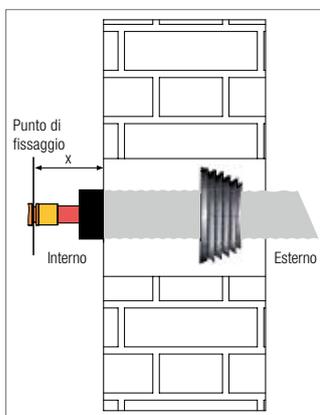


Fig. 59

5.7 Tecniche di posa

5.7.1 Posa all'interno di una guaina protettiva

I tubi RAUVITHERM sotto gli edifici o in punti difficilmente accessibili possono essere posati all'interno di apposite guaine protettive. A tal proposito, il diametro interno della guaina deve essere di almeno 2 cm in più rispetto al diametro esterno del rivestimento del tubo RAUVITHERM. L'inserimento del tubo RAUVITHERM può essere effettuato utilizzando una fune traente e un applicatore "a calza", tenendo conto delle forze di trazione consentite. Per ridurre l'attrito dei tubi, si consiglia di lubrificare il rivestimento del tubo RAUVITHERM. Eventuali deviazioni devono essere realizzate solo a cielo aperto.

5.7.2 Operazioni di posa preliminari

Le operazioni di posa preliminari devono essere effettuate per il collegamento a una rete di riscaldamento in caso di edifici che verranno costruiti in un secondo momento. A questo scopo si tracciano delle linee di derivazione sul terreno; inoltre, i tubi di servizio vengono chiusi in modo ermetico con dei rubinetti a sfera (disponibili su richiesta). Per garantire una tenuta stagna, utilizzare i manicotti terminali di REHAU.

5.7.3 Allacciamento successivo

Grazie alla loro flessibilità, ai tubi RAUVITHERM possono essere applicati dei giunti a T anche in un secondo tempo. Per farlo è necessario mettere fuori servizio il tratto di tubazione interessato. L'acqua per il riscaldamento va raffreddata a una temperatura di 30°C.

Diam. est. tubo di servizio x s [mm]	Sporgenza interno edificio x min/max [mm]*	Forza max. punto fiss. per tubo [kN]
25 x 2,3	220 - 270	0,93
32 x 2,9	220 - 270	1,50
40 x 3,7	220 - 270	2,40
50 x 4,6	220 - 270	3,70
63 x 5,7	260 - 300	5,80
75 x 6,8	260 - 300	8,20
90 x 8,2	260 - 300	11,90
110 x 10	260 - 300	17,70
20 x 2,8	220 - 270	1,00
25 x 3,5	220 - 270	1,70
32 x 4,4	220 - 270	2,10
40 x 5,5	220 - 270	3,30
50 x 6,9	220 - 270	5,20
63 x 8,7	260 - 300	8,20

Tabella 16 Punti di fissaggio: distanza dalla parete e forze esercitate

*per consentire la compressione del raccordo

6.1 Messa in funzione

Informazioni generali

I tubi RAUVITHERM e i relativi elementi di collegamento devono essere sottoposti alla prova a pressione prima di procedere con l'isolamento e il riempimento dello scavo. Questa prova può essere eseguita subito dopo aver compresso il giunto.

Prova di tenuta con acqua

Secondo la norma DIN 18380 (VOB) o DIN V 4279-7, la prova di tenuta va eseguita con una pressione di prova di almeno 1,5 volte la pressione standard massima del tubo. Nel rapporto di prova devono essere indicate le seguenti informazioni:

- Dati sull'impianto
- Pressione di prova
- Durata del carico in pressione
- Data di esecuzione della prova
- Conferma dell'esecuzione della prova nel rispetto delle norme

Misurazioni e disegni dei componenti

I componenti integrati nella tubazione devono essere misurati e disegnati, in conformità alla norma DIN 2425-2.

Risciacquo delle tubature

Per rimuovere agevolmente eventuali impurità o trucioli penetrati nella tubatura durante i lavori di costruzione, sciacquare ogni tratto con una quantità sufficiente di acqua.

Fluido termovettore

Utilizzare solo prodotti anticorrosione e additivi chimici per migliorare il flusso del liquido provvisti di attestato di compatibilità con il polietilene reticolato e il materiale in cui sono realizzati i raccordi rilasciato dal produttore. È importante rispettare anche i requisiti previsti dalla norma VDI 2035 relativi alla qualità dell'acqua di mandata e al suo trattamento, tra cui:

- pH del fluido termovettore >8,2

6.2. Norme e direttive applicabili

- DIN 2424 parte 2
Progettazione dei servizi di approvvigionamento, della gestione delle risorse idriche e delle tubazioni a lungo raggio
- DIN 16892: 2000
Tubi in polietilene reticolato
- Requisiti generici e prove di tipo
- DIN 16893: 2000
Tubi in polietilene reticolato
- Dimensioni
- DIN 13760 (regola di Miner)
- DIN 4726
Tubi in plastica per il riscaldamento a pavimento
- Requisiti generali
- DIN 4729
Tubi in polietilene reticolato per il riscaldamento a pavimento
- Requisiti generali
- Foglio di lavoro DVGW W531
Produzione, controllo qualità e collaudo di tubi in polietilene reticolato per impianti di acqua sanitaria
- Foglio di lavoro DVGW W534
Collegamenti a morsetto per tubi in polietilene reticolato
- Foglio di lavoro DVGW W534(E)
Elementi di collegamento per tubi in polietilene reticolato
- VDI 2035 Prevenzione dei danni negli impianti di riscaldamento ad acqua calda

Note:

A series of 25 horizontal grey bars, each approximately 20 pixels high, spanning the width of the page. These bars are intended for handwritten notes.

Note:

Lined area for writing notes, consisting of 25 horizontal grey bars.

Note:

Lined writing area consisting of 25 horizontal gray bars.

Utilizzo di energie alternative - Sistemi di tubi REHAU per impianti a biomassa



Prezzi:

Tutti i prezzi sono IVA esclusa e sono da intendersi come puramente indicativi. Questo listino prezzi sostituisce i listini precedenti, che perdono quindi la loro validità.

Denominazione degli articoli:

Per una chiara denominazione dei prodotti sono stati utilizzati il numero e il nome dell'articolo.

Se è previsto un impiego diverso da quelli descritti in questa Informazione Tecnica, l'utilizzatore deve contattare REHAU e, prima dell'impiego, chiedere espressamente il nulla osta scritto della REHAU. Altrimenti l'impiego è esclusivamente a rischio dell'utilizzatore.

In questi casi l'impiego, l'uso e la lavorazione dei nostri prodotti sono al di fuori delle nostre possibilità di controllo. Se nonostante tutto, dovesse sorgere una controversia su una nostra responsabilità, questa sarà limitata al valore dei prodotti da noi forniti e impiegati da Voi.

Diritti derivati da dichiarazioni di garanzia non sono più validi in caso d'applicazioni non descritte nelle Informazioni Tecniche.

Il presente documento è coperto da copyright. E' vietata in particolar modo la traduzione, la ristampa, lo stralcio di singole immagini, la trasmissione via etere, qualsiasi tipo di riproduzione tramite apparecchi fotomeccanici o similari nonché l'archiviazione informatica senza nostra esplicita autorizzazione.

REHAU S.p.A. Filiale di Milano - Via XXV Aprile 54 - 20040 Cambiagio MI - Tel 02 95 94 11 - Fax 02 95 94 12 50 - E-mail Milano@rehau.com - Filiale di Roma - Via Leonardo da Vinci 72/A 00015 Monterotondo Scalo RM - Tel 06 90 06 13 11 - Fax 06 90 06 13 10 - E-mail Roma@rehau.com - Filiale di Pesaro - Via Antonio Benucci 45 - 61122 Pesaro PU - Tel 0721 20 06 11 - Fax 0721 20 06 50 - E-mail Pesaro@rehau.com - Filiale di Treviso - Via Foscarini 67 - 31040 Nervesa della Battaglia TV - Tel 0422 72 65 11 - Fax 0422 72 65 50 - E-mail Treviso@rehau.com

Stampato su carta a basso impatto ambientale