



# SISTEMA RAUGEO PER LO SFRUTTAMENTO DEL CALORE TERRESTRE

INFORMAZIONE TECNICA 827600

# INDICE

	Pag.		Pag.
<b>1</b> . . . . .	<b>3</b>	<b>5.8.</b> . . . . .	<b>26</b>
<b>2</b> . . . . .	<b>4</b>	5.8.1 . . . . .	26
<b>3</b> . . . . .	<b>5</b>	5.8.2 . . . . .	26
3.1. . . . .	5	5.9. . . . .	27
3.2. . . . .	6	5.9.1 . . . . .	27
3.3. . . . .	7	5.9.2 . . . . .	27
3.4. . . . .	8	<b>6</b> . . . . .	<b>28</b>
3.5. . . . .	8	6.1. . . . .	28
3.6. . . . .	9	6.2. . . . .	28
3.7. . . . .	10	<b>7</b> . . . . .	<b>29</b>
<b>4</b> . . . . .	<b>11</b>	7.1. . . . .	29
4.1. . . . .	11	7.2. . . . .	29
4.2. . . . .	12	<b>8</b> . . . . .	<b>30</b>
4.3. . . . .	12	8.1. . . . .	30
<b>5</b> . . . . .	<b>16</b>	8.2. . . . .	30
5.1. . . . .	16		
5.2. . . . .	16		
5.3. . . . .	16		
5.4. . . . .	17		
5.5. . . . .	20		
5.6. . . . .	23		
5.7. . . . .	25		
5.7.1 . . . . .	25		
5.7.2 . . . . .	25		
5.7.3 . . . . .	25		
5.7.4 . . . . .	25		
5.7.5 . . . . .	25		
5.7.6 . . . . .	25		
5.7.7 . . . . .	25		

# 1 CAMPO DI IMPIEGO

Il presente fascicolo contiene informazioni tecniche valide per la progettazione, la posa e il collegamento dei tubi del programma RAUGEO con i relativi elementi di raccordo, accessori e attrezzi nell'ambito delle applicazioni, norme e direttive specificate qui di seguito.

I tubi del programma RAUGEO sono utilizzati per il trasporto di acqua o fluido termovettore per lo sfruttamento del calore della terra per riscaldamento, raffrescamento o accumulo di calore.

Sono fondamentalmente in grado di supportare le seguenti applicazioni:

- Riscaldamento di ambienti  
(mediante impianto a radiatori, a pavimento o a parete oppure condizionamento delle masse in calcestruzzo)
- Raffrescamento di ambienti  
(mediante impianto a soffitto o a pavimento oppure condizionamento delle masse in calcestruzzo)
- Riscaldamento di acqua in processi industriali
- Riscaldamento di superfici all'aperto

Di regola i sistemi per raffrescamento e riscaldamento utilizzano una pompa di calore oppure una macchina frigorifera per raggiungere le temperature di esercizio richieste.

Nel caso degli impianti di riscaldamento/raffrescamento radiante a pannelli, ed in particolare con condizionamento delle masse in calcestruzzo, almeno nelle stagioni intermedie è possibile anche un raffrescamento diretto, evitando cioè l'interposizione di una pompa di calore e/o macchina frigorifera.

## Vantaggi della geotermia

Lo sfruttamento del calore terrestre offre:

- una fonte di energia economica e indipendente dalle condizioni atmosferiche e dalle stagioni, permanentemente rinnovata dal calore terrestre e dall'irraggiamento solare
- sensibile riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>
- risparmio di energia fino al 75% per il riscaldamento e il raffrescamento
- in combinazione con un sistema di riscaldamento a pannelli la possibilità di utilizzare un unico impianto sia per riscaldare che per raffrescare
- in combinazione con un sistema solare termico la possibilità di immagazzinare nel terreno il calore terrestre eccedente.

Per le suddette destinazioni d'uso il programma RAUGEO propone sistemi per:

- Sonde geotermiche
- Collettori geotermici
- Pilastrini energetici.



Fig. 1: Sonda geotermica



Fig. 2: Collettore geotermico



Fig. 3: Pilastro energetico

## 2 CARATTERISTICHE DI PE-XA E PE 100

REHAU propone i tubi del programma RAUGEO in polietilene reticolato ad alta pressione (in PE-Xa) e non reticolato (in PE 100).

I vantaggi principali del PE-Xa rispetto al PE 100 sono:

- nessuna propagazione di solchi o intagli
- possibilità di raggi di curvatura ridotti anche in caso di temperature rigide
- non è necessaria la posa in letto di sabbia

- possibilità di impiego anche a temperature superiori a 40°, pertanto utilizzabile per accumulo di calore
- tecnica di collegamento robusta, rapida e indipendente dalle condizioni atmosferiche, possibilità di giunzione mediante l'uso di manicotti autobloccanti.

I dettagli relativi alle differenze sono riportati nella Tabella 1:

Caratteristiche	PE-Xa				PE 100		
<b>Illustrazione dei tipi di tubo</b>							
<b>Materiale</b>	Polietilene reticolato ad alta pressione				Polietilene		
<b>Norme di riferimento</b>	DIN 16892/16893				DIN 8074/8075		
<b>Carico unitario di rottura per scorrimento (coefficiente di sicurezza CS=1,25)</b>	Tubi SDR 11 (20 x 1,9, 25 x 2,3, 32 x 2,9, 40 x 3,7)						
20 °C	100 anni/15 bar				100 anni/15,7 bar		
30 °C	100 anni/13,3 bar				50 anni/13,5 bar		
40 °C	100 anni/11,8 bar				50 anni/11,6 bar		
50 °C	100 anni/10,5 bar				15 anni/10,4 bar		
60 °C	50 anni/9,5 bar				5 anni/7,7 bar		
70 °C	50 anni/8,5 bar				2 anni/6,2 bar		
80 °C	25 anni/7,6 bar				-		
90 °C	15 anni/6,9 bar				-		
<b>Temperature di esercizio continuo</b>	-40 °C a 95 °C				-20 °C a 30 °C		
<b>Temperatura minima di posa</b>	-30 °C				-10 °C		
<b>Raggi di curvatura min.</b>	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm
10 °C	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm	85 cm	110 cm	140 cm
0 °C	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm	125 cm	160 cm	200 cm
<b>Sensibilità alle fenditure</b>	estremamente ridotta				ridotta		
<b>Propagazione crepe nel FNCT (full notch creep test)</b>	nessun cedimento				cedimento dopo 200-2000 h		
<b>Materiale per letto di posa</b>	terreno esistente				sabbia		
<b>Rugosità tubo</b>	0,007 mm				0,04 mm		
<b>Coefficiente medio di dilatazione termica lineare</b>	0,15 mm/(m*K)				0,20 mm/(m*K)		
<b>Classe materiali secondo DIN 4102</b>	B2				B2		
<b>Stabilità chimica</b>	cfr. Allegato 1 norma DIN 8075				cfr. Allegato 1 norma DIN 8075		
<b>Densità</b>	0,94 g/cm³				0,95 g/cm³		
<b>Robustezza</b>	estremamente robusto (niente propagazione di eventuali crepe o fenditure formatesi durante il trasporto o il montaggio)				robusto (lenta propagazione di eventuali crepe o fenditure formatesi durante il trasporto o il montaggio)		
<b>Requisiti del materiale nella zona di posa della tubazione</b>	materiale di risulta (presenta spesso una conducibilità termica superiore al letto di sabbia)				letto di sabbia		
<b>Idoneità all'accumulo di calore</b>	assoluta (temperatura di esercizio fino a 95 °C)				non idoneo (temperatura di esercizio max 30 °C)		
<b>Idoneità al raffreddamento tramite macchina frigorifera</b>	idoneo (temperatura di esercizio fino a 95 °C)				limitata (temperatura di esercizio max 40 °C)		
<b>Fluido termovettore utilizzabile</b>	secondo la direttiva VDI 4640						
<b>Indice di fusione MFR</b>	-				0,2-0,5 g/10 min		
<b>Gruppo MFR</b>	-				003, 005		

Tabella 1

# 3 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA

## 3.1 Panoramica generale

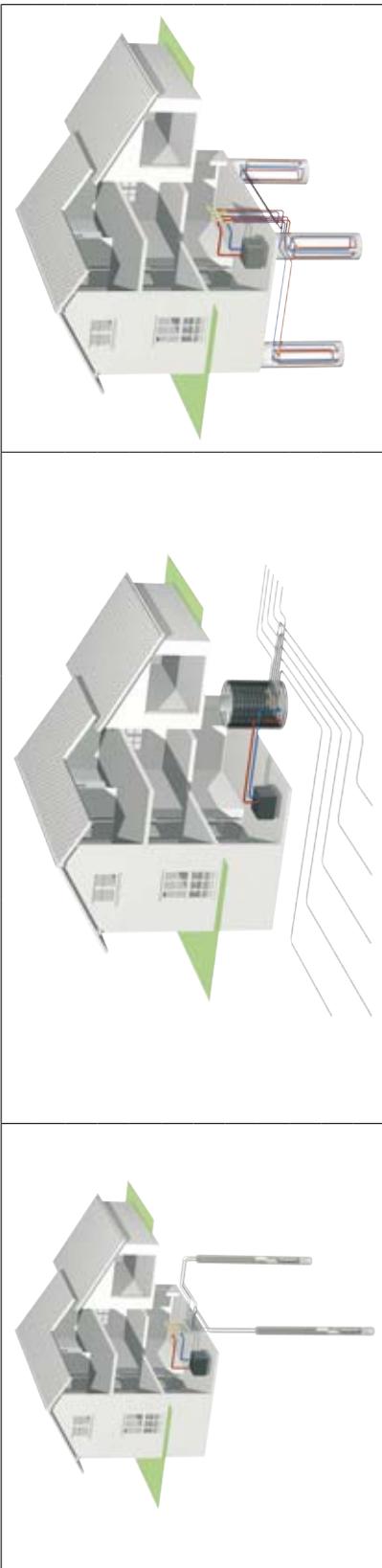
<p><b>Applicazioni</b></p> 	<p><b>Nome sistema</b></p> <p><b>Campo di applicazione</b></p> <p><b>Materiale</b></p> <p><b>Colore (superficiale)</b></p> <p><b>Diffusione ossigeno</b></p> <p><b>Modalità di posa</b></p> <p><b>Dimensioni</b></p> <p><b>Impiego in caso di:</b></p>	<p>Sonda RAUGEO PE-Xa</p> <p>Sonda geotermica</p> <p>PE-Xa</p> <p>grigio</p> <p>nessuna barriera trivellazione</p> <p>32 mm e 40 mm</p> <p>Ø piede di sonda 110 oppure 134 mm</p> <p>Spazi limitati</p> <p>Requisiti di rendimenti elevati</p> <p>Utilizzo in riscaldamento e raffrescamento</p> <p>Con sistemi di raffrescamento, lieve riscaldamento delle acque di falda</p> <p>Riscaldamento tramite pompa di calore e raffrescamento diretto e/o tramite pompa di calore.</p>	<p>Sonda RAUGEO PE 100</p> <p>Sonda geotermica</p> <p>PE 100</p> <p>nero</p> <p>nessuna barriera trivellazione</p> <p>32 e 40 mm</p> <p>Ø piede di sonda 84 oppure 104 mm</p> <p>Ampi spazi disponibili</p> <p>Requisiti modesti di rendimento in raffrescamento</p> <p>Collettore RAUGEO PE-Xa plus particolarmente idoneo per impianti aperti privi di scambiatore di calore. Grazie allo strato in PE la barriera per ossigeno rimane protetta durante la posa sotterranea.</p> <p>Lieve effetto sulla vegetazione</p> <p>Con sistemi di raffrescamento, lieve riscaldamento delle acque di falda</p> <p>Riscaldamento tramite pompa di calore e raffrescamento</p>	<p>RAUGEO collect PE-Xa</p> <p>Collettore</p> <p>PE-Xa</p> <p>grigio</p> <p>nessuna barriera terreno esistente senza letto di sabbia</p> <p>20, 25, 32 e 40 mm (SDR 11)</p> <p>Ampi spazi disponibili</p> <p>Requisiti modesti di rendimento in raffrescamento</p> <p>Collettore RAUGEO PE-Xa plus particolarmente idoneo per impianti aperti privi di scambiatore di calore. Grazie allo strato in PE la barriera per ossigeno rimane protetta durante la posa sotterranea.</p> <p>Lieve effetto sulla vegetazione</p> <p>Con sistemi di raffrescamento, lieve riscaldamento delle acque da falda.</p> <p>Riscaldamento tramite pompa di calore e raffrescamento diretto e/o tramite pompa di calore.</p>	<p>RAUGEO collect PE-Xa plus</p> <p>Collettore</p> <p>PE-Xa EVOH e PE rivestito</p> <p>arancione / grigio</p> <p>barriera secondo DIN 4726</p> <p>terreno esistente senza letto di sabbia</p> <p>20, 25, 32 e 40 mm (SDR 11)</p> <p>Ampi spazi disponibili</p> <p>Requisiti modesti di rendimento in raffrescamento</p> <p>Collettore RAUGEO PE-Xa plus particolarmente idoneo per impianti aperti privi di scambiatore di calore. Grazie allo strato in PE la barriera per ossigeno rimane protetta durante la posa sotterranea.</p> <p>Lieve effetto sulla vegetazione</p> <p>Con sistemi di raffrescamento, lieve riscaldamento delle acque da falda.</p> <p>Riscaldamento tramite pompa di calore e raffrescamento diretto e/o tramite pompa di calore.</p>	<p>RAUGEO collect PE 100</p> <p>Collettore</p> <p>PE 100</p> <p>nero</p> <p>nessuna barriera terreno con letto di sabbia</p> <p>25, 32 e 40 mm (SDR 11)</p> <p>Ampi spazi disponibili</p> <p>Requisiti modesti di rendimento in raffrescamento</p> <p>Collettore RAUGEO PE-Xa plus particolarmente idoneo per impianti aperti privi di scambiatore di calore. Grazie allo strato in PE la barriera per ossigeno rimane protetta durante la posa sotterranea.</p> <p>Lieve effetto sulla vegetazione</p> <p>Con sistemi di raffrescamento, lieve riscaldamento delle acque da falda.</p> <p>Riscaldamento tramite pompa di calore e raffrescamento diretto e/o tramite pompa di calore.</p>	<p>RAUGEO collect PE-Xa plus</p> <p>Pilastro energetico</p> <p>PE-Xa EVOH e PE rivestito</p> <p>arancione / grigio</p> <p>barriera secondo DIN 4726</p> <p>gettata in calcestruzzo</p> <p>20 e 25 mm (SDR 11)</p> <p>Absolutamente necessari pilastri di fondazione</p> <p>Con sistemi di raffrescamento, lieve riscaldamento delle acque da falda.</p> <p>Riscaldamento tramite pompa di calore e raffrescamento diretto e/o tramite pompa di calore.</p>	
---	--	--	--	--	---	--	--	--

Tabella 2

## 3.2 Sonda RAUGEO PE-Xa

### 3.2.1 Descrizione

La sonda RAUGEO PE-Xa è una sonda a doppia U, composta da due sonde semplici a U unite tra loro a croce. Il tubo in PE-Xa viene curvato in fabbrica in corrispondenza del piede di sonda, per formare un condotto unico senza soluzione di continuità e privo di giunzioni saldate nel terreno.

Il piede di sonda è ulteriormente protetto da un nucleo in resina di poliestere rinforzata con fibre di vetro.

In base alla norma DIN 16892/93, i tubi hanno una vita media prevista di 100 anni per funzionamento alla temperatura di 20°C ed alla pressione di esercizio di max. 15 bar.

### 3.2.2 Caratteristiche

Grazie alle eccellenti caratteristiche del PE-Xa, nell'utilizzo pratico risultano i seguenti vantaggi tecnici e applicativi:

- massima sicurezza di funzionamento, in quanto è escluso il pericolo di eventuali perdite da giunti saldati o collegamenti d'altro tipo in corrispondenza del piede di sonda
- sicurezza ottimale nell'inserimento nel foro di trivellazione, in quanto i tubi in PE-Xa sono insensibili a crepe e/o fenditure, e non presentano rischi di propagazione di cricche
- piede di sonda protetto mediante una resina speciale altamente resistente
- facile innesto delle due sonde semplici a U, a formare un'unità fissa
- collegamento della sonda tramite manicotto elettrosaldabile o con manicotti autobloccanti REHAU, applicabili in tutte le condizioni atmosferiche.

### 3.2.3 Dimensioni, confezionamento

Il diametro del piede di sonda [D] è in funzione del diametro del tubo [d]:

Tubo sonda [d]	Diametro piede di sonda [D]
32 mm x 2,9 mm	110 mm
40 mm x 3,7 mm	134 mm

Lunghezze disponibili: vedere listino prezzi.

Confezionamento: n. 2 sonde semplici a U confezionate su europallet, protette da pellicola termoretraibile, incluse viti di fissaggio.

### 3.2.4 Montaggio base della sonda

Le due sonde semplici, prima dell'inserimento nel foro di trivellazione, vengono assemblate a croce e fissate tra loro con perni filettati ad esagono incassato.

In via opzionale nella cava della sonda inferiore può essere fissato un peso, che a sua volta va bloccato attraverso perno filettato. I perni filettati vengono forniti insieme alle sonde e ai pesi.



Fig.4: Applicazione di una sonda RAUGEO PE-Xa

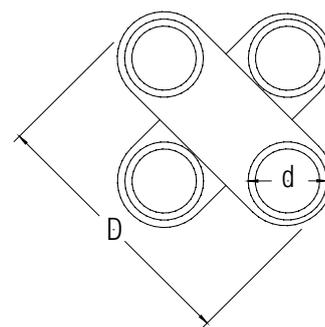


Fig.6: Sezione della sonda PE-Xa



Fig.5: Piede della sonda RAUGEO PE-Xa

### 3.3 Sonda RAUGEO PE 100

#### 3.3.1 Descrizione

La sonda RAUGEO PE 100 è una sonda a doppia U composta da due sonde a U in PE 100 collegate tra loro attraverso il rispettivo piede di sonda costituito da un raccordo a V saldato in fabbrica. Le sonde RAUGEO PE 100 e il piede di sonda vengono realizzate secondo le disposizioni di prova e controllo del SKZ HR 3.26.

#### 3.3.2 Caratteristiche

La sonda RAUGEO PE 100 offre nell'utilizzo pratico importanti vantaggi:

- diametro del piede di sonda estremamente ridotto
- due soli giunti saldati per ogni piede di sonda
- massima praticità di assemblaggio delle due parti che compongono la sonda mediante un semplice collegamento a vite che fissa anche il peso a formare un elemento unico
- i tubi della sonda sono idonei per la saldatura di testa, con piastre o con manicotti elettrosaldabili REHAU.

#### 3.3.3 Dimensioni, confezionamento

Il diametro del piede di sonda [D] è in funzione del diametro del tubo [d]:

Tubo sonda [d]	Diametro piede di sonda [D]
32 mm	84 mm
40 mm	104 mm

Lunghezze disponibili: vedere listino prezzi

Confezionamento: n. 2 sonde a U confezionate su europallet, protette da pellicola termoretraibile.



Fig.7: Sonda RAUGEO PE 100

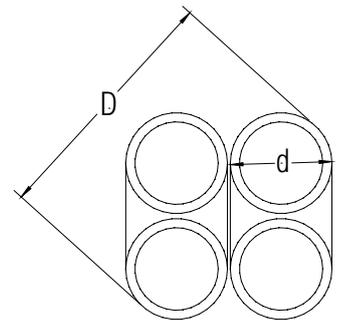


Fig.9: Sezione della sonda PE 100



Fig.8: Piede della sonda RAUGEO PE 100

### 3.4 Collettore RAUGEO collect PE-Xa

#### 3.4.1 Descrizione

Il collettore RAUGEO collect PE-Xa è un tubo per collettore geotermico estremamente robusto, realizzato in polietilene reticolato ad alta pressione PE-Xa, provvisto di uno strato esterno di colore grigio stabilizzato contro i raggi UV. A completamento del programma vi sono i manicotti autobloccanti REHAU, i manicotti elettrosaldabili REHAU, i collettori e i passanti da parete.



Fig.10: Posa del collettore RAUGEO collect PE-Xa

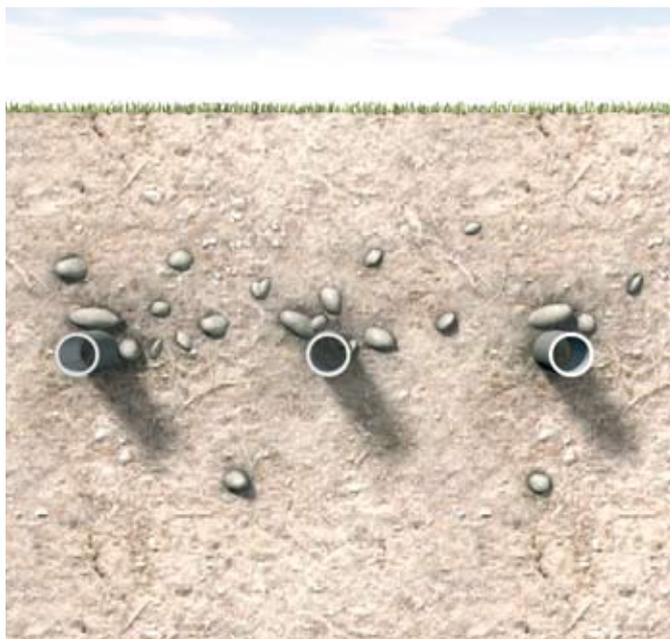


Fig.11: Sezione scavo per collettore RAUGEO collect PE-Xa e PE-Xa plus

#### 3.4.2 Caratteristiche

Grazie alle eccellenti caratteristiche del PE-Xa, nell'utilizzo pratico risultano i seguenti vantaggi tecnici e applicativi:

- insensibilità a crepe, fenditure e carichi concentrati, per cui è possibile utilizzare il materiale di risulta come letto di posa
- ottima resistenza contro la tenso-corrosione
- funzionamento sicuro anche con raggi di curvatura ridotti:

	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm
10 °C	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm
0 °C	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm

Tabella 3:

- propagazione di crepe e fenditure praticamente nulla
- alta resistenza all'abrasione
- massima flessibilità, quindi posa agevole anche a basse temperature
- possibilità di posa anche a temperature particolarmente rigide senza particolari precauzioni
- massima durata anche sotto elevati carichi di lavoro

#### 3.4.3 Dimensioni, confezionamento

Dimensioni: 20 x 1,9  
25 x 2,3  
32 x 2,9  
40 x 3,7

Confezionamento: rotolo da 100 m, lunghezze speciali su richiesta.

### 3.5 Collettore RAUGEO collect PE-Xa plus

#### 3.5.1 Descrizione

Il collettore RAUGEO collect PE-Xa plus è un tubo per collettore geotermico, provvisto di barriera per ossigeno aggiuntiva, secondo la norma DIN 4726, e di uno strato in PE supplementare per proteggere detta barriera per ossigeno da eventuali danneggiamenti durante le operazioni di posa nel terreno.

#### 3.5.2 Caratteristiche

Il materiale presenta le stesse eccellenti caratteristiche del PE-Xa descritte ai punti 3.4.1 - 3.4.3, con eccezione della tecnica di collegamento per elettrosaldatura, che non può essere utilizzata a causa della barriera per ossigeno.

#### 3.5.3 Dimensioni, confezionamento

Dimensioni: 20 x 1,9  
25 x 2,3  
32 x 2,9  
40 x 3,7

Confezionamento: rotolo da 100 m, lunghezze speciali su richiesta.

### 3.6 Collettore RAUGEO collect PE 100

#### 3.6.1 Descrizione

Il collettore RAUGEO collect PE 100 è un tubo per collettore geotermico in polietilene di colore nero, stabilizzato contro i raggi UV (PE 100), realizzato secondo la norma DIN 8074.

A completamento del programma vi sono i manicotti elettrosaldabili REHAU, i collettori e i passanti da parete.

#### 3.6.2 Caratteristiche

Grazie alle proprietà del materiale, nell'utilizzo pratico risultano le seguenti caratteristiche tecniche e applicative:

- i tubi in PE 100 devono essere protetti contro le sollecitazioni di carico concentrate esercitate da pietre ed altri corpi simili, pertanto vanno posati in un letto di sabbia
- resistenza a temperature fino a 40°C
- i raggi di curvatura ammessi dipendono strettamente dalla temperatura di posa

	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	50 cm	65 cm	80 cm
10 °C	85 cm	110 cm	140 cm
0 °C	125 cm	160 cm	200 cm

Tabella 4: Raggi di curvatura

#### 3.6.3 Dimensioni, confezionamento

Dimensioni: 25 x 2,3  
32 x 2,9  
40 x 3,7

Confezionamento: rotolo da 100 m, lunghezze speciali su richiesta.



Fig.12: Posa del collettore RAUGEO collect PE 100

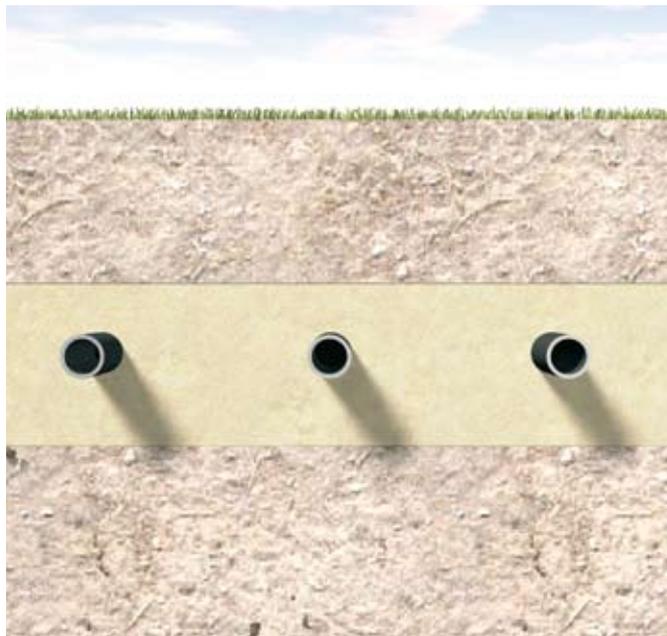


Fig.13: Sezione scavo per collettore RAUGEO collect PE 100

## 3.7 Pilastrì energetici RAUGEO

### 3.7.1 Descrizione del sistema

Nell'edilizia moderna, per motivi statici, in caso di terreni non portanti o poco portanti si ricorre spesso all'uso di palificazioni per la fondazione dell'opera. Con l'espressione "pilastrì energetici" si intendono i pali di fondazione provvisti di tubazioni per lo sfruttamento della geotermia di superficie.

Proporzionalmente alle caratteristiche geologiche del sito, attraverso i pilastrì energetici può essere ricavato dal sottosuolo il calore per il riscaldamento dell'edificio e immagazzinato il calore derivante dal raffrescamento.

Il tubo per collettore RAUGEO collect PE-Xa è particolarmente adatto anche per l'integrazione nei pilastrì energetici. Significativi vantaggi in fase di posa sono l'elevata resistenza del tubo e i ridotti raggi di curvatura possibili. In alternativa, può essere utilizzato il tubo RAUGEO collect PE-Xa plus. In questo tubo, la barriera per ossigeno integrata impedisce la corrosione delle parti in acciaio che fanno parte del sistema.

Le tubazioni vengono normalmente posate a meandro in senso longitudinale all'interno dell'armatura. Il fissaggio su quest'ultima avviene tramite elementi di fissaggio oppure fascette per cavi REHAU.

### 3.7.2 Caratteristiche

Grazie alle eccezionali caratteristiche del materiale PE-Xa si delineano nell'utilizzo i seguenti vantaggi:

- alta resistenza del tubo contro intagli, solchi e propagazione di crepe, è quindi ideale per soddisfare i requisiti di cantiere
- flessibile e facile da posare, anche alle basse temperature
- massima sicurezza di esercizio, anche con raggi di curvatura ridotti:
  - 20 cm per il tubo 20 x 1,9
  - 25 cm per il tubo 25 x 2,3

### 3.7.3 Dimensioni tubo

Dimensioni: RAUGEO collect PE-Xa e PE-Xa plus  
20 x 1,9 e 25 x 2,3.

Confezionamento: rotolo da 100 m, lunghezze speciali su richiesta.



Fig.14: Pilastrò di fondazione con sonde integrate RAUGEO



Fig.15: Pilastrò di fondazione con sonde integrate RAUGEO visto dall'interno

# 4 ACCESSORI RAUGEO

## 4.1 Accessori per sonde e collettori RAUGEO



Fig.16: Peso per sonda PE-Xa e PE 100

### 4.1.1 Pesì per sonda PE-Xa e PE 100

Sussidio per il montaggio della sonda completo di materiale di fissaggio per un collegamento saldo alla base della sonda.

Componenti del set:

- 1 Peso
- 2 Viti filettate a esagono incassato M10

Materiale: acciaio  
Diametro: 80 mm  
Lunghezze  
Peso da 12,5 kg: ca. 330 mm  
Peso da 25,0 kg: ca. 650 mm



Fig.17: Peso per sonda PE 100

### 4.1.2 Applicatore a spinta per sonde RAUGEO PE 100

Per il fissaggio alla base della sonda con la cavità per alloggiamento di un'asta, filettatura M10.

Componenti del set:

- 1 Applicatore a spinta
- 2 Viti filettate a esagono incassato M8
- 2 Dischi filettati

Materiale: V2A  
Lunghezza: ca. 200 mm



Fig.18: Raccordo per tubi a Y

### 4.1.3 Raccordo per tubi a Y

Per collegare le sonde di mandata e di ritorno al foro di perforazione. Risparmio della metà delle condutture di raccordo. Montaggio estremamente semplice in cantiere, con l'ausilio di matrici per polifusione. Tagliando il manicotto è possibile utilizzare come tecnica di collegamento anche il manicotto elettrosaldabile.

Materiale: PE 100  
Lunghezza: 32-32-40  
40-40-50



Fig.19: Supporto distanziale

### 4.1.4 Supporto distanziale

Per distanziare i tubi della sonda all'interno del foro con spazio libero per il tubo di riempimento.

Fissaggio 1,5 m - 2 m.

Materiale: PE 100  
Formati: 32 x 2,9  
40 x 3,7



Fig.20: Ausilio per posa

#### 4.1.5 Ausilio per posa RAUGEO

Per il fissaggio dei tubi RAUGEO o dei tubi per allacciamento domestico all'interno di una fossa per tubi oppure nello scavo dell'edificio. Inserendo l'ausilio per posa, i tubi RAUGEO vengono tenuti fermi nel terreno fino all'applicazione del carico, quindi l'ausilio viene sfilato ed è subito pronto per essere riutilizzato.

Materiale: acciaio/PE  
Lunghezza: 200 mm

### 4.2 Accessori per pilastri di fondazione con sonde integrate RAUGEO



Fig.21: Elementi per collegamento a rete intrecciata

#### 4.2.1 Elemento per collegamento a rete intrecciata

L'elemento per collegamento a rete intrecciata REHAU EP è realizzato con filo metallico rivestito in plastica. Serve per fissare ad accoppiamento dinamico le tubazioni all'armatura del palo da perforazione.

Materiale: filo metallico rivestito in plastica  
Ø filo: 1,4 mm  
Lunghezza: 180 mm  
Colore: nero



Fig.22: Apparecchio torcitore

#### 4.2.2 Apparecchio torcitore REHAU

Il torcitore REHAU in metallo rivestito in plastica viene impiegato per torcere rapidamente e a regola d'arte gli elementi per collegamento a rete intrecciata REHAU EP al momento dei lavori di fissaggio delle tubazioni alla armatura del palo da perforazione.

Materiale: acciaio  
Lunghezza: 310 mm  
Ø filo: 30 mm  
Colore: nero



Fig.23: Fascette per cavi

#### 4.2.3 Fascette per cavi REHAU

La fascetta per cavi può essere utilizzata in alternativa agli elementi per collegamento a rete intrecciata al momento dei lavori di fissaggio delle tubazioni all'armatura del palo di perforazione.

Materiale: PA  
Lunghezza: 178 mm  
Larghezza: 4,8 mm  
Colore: Naturale

### 4.3 Accessori universali RAUGEO



Fig.24: Collettore in ottone

#### 4.3.1 Collettore in ottone RAUGEO

Collettori e tubi di raccolta in ottone con rubinetto KFE e valvola di sfiato manuale.

Opzionale:

Al posto della valvola di sfiato manuale può essere avvitato di fabbrica un dispositivo di scarico aria automatico. La possibilità di bloccare ogni circuito è garantita attraverso un rubinetto a sfera applicato nella tubazione di mandata e di ritorno. Consolle zincate, robuste e insonorizzate.

Materiale: ottone MS63  
Tubo di base: 1 1/2" o 2"  
Attacco: G1 1/2" o G2"  
Formato: cfr. listino prezzi



Fig.25: Collettore in materiale polimerico

#### 4.3.2 Collettore in materiale polimerico

Per progetti di costruzione in cui non sono disponibili collettori in ottone di dimensioni compatibili, è possibile fornire collettori in materiale polimerico adattato specificatamente all'oggetto da costruire. I tubi dei collettori di questo tipo sono in PE 100. Le uscite vengono realizzate in fabbrica mediante il procedimento di saldatura secondo il fascicolo DVS 2207 e quindi testati. I collettori possono essere forniti completi di organi di intercettazione, misuratore di portata e dispositivo di scarico aria.

Materiale: PE 100  
 Tubo di base: 110/90  
 Attacco: 90 x 8,2  
 Formato: su richiesta

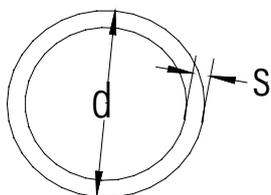


Fig. 26: Tubi di riempimento e di raccolta e collettori

#### 4.3.3 Tubi di riempimento e di raccolta e collettori RAUGEO

Con funzione di riempimento - mediante pressione o meno - del foro per la sonda e di tubazione di raccolta tra collettore e pompa di calore. Dimensioni diametro esterno:

- PE-Xa da 20-160 mm
- PE 100 da 20-400 mm

I tubi RAUGEO vengono proposti in versione SDR 11 (La sigla SDR sta per "Standard Dimension Ratio", mentre il valore che segue indica il rapporto tra il diametro esterno [d] e lo spessore della parete [s] del tubo).

Dimensioni d x s [mm]	Peso [kg]	Volume [l]
20 x 1,9	0,112	0,20
25 x 2,3	0,171	0,32
32 x 2,9	0,272	0,54
40 x 3,7	0,430	0,83
50 x 4,7	0,666	1,30
63 x 5,8	1,05	2,10

Tabella 5: Dati tecnici tubi SDR 11

#### 4.3.4 Regolatore di portata

Il regolatore di portata in ottone, utile per mettere a punto i circuiti per la circolazione del fluido termovettore con rubinetto a sfera, è montato preliminarmente sul collettore in ottone. Per i collettori in plastica viene fornito con elementi di passaggio in plastica preassemblati.

Materiale: ottone MS63  
 Tubo di base: 3/4"  
 Portata: 8-30 l/min  
 Formati: cfr. listino prezzi



Fig.27: Regolatore di portata

#### 4.3.5 Elemento ermetizzante RAUGEO

Utilizzabile per acqua in pressione e non in pressione. Idoneo per i tubi RAUGEO da 20 a 63 cm. Combinato con il tubo di rivestimento RAUGEO, in un foro di perforazione ermetizza efficacemente contro l'acqua in pressione fino a 1,5 bar.

Nota bene: il foro deve essere protetto.

Piastre: acciaio inox V2A  
 Viti: acciaio inox V4A  
 Materiale ermetizzante: EPDM



Fig.28: Elemento ermetizzante

#### 4.3.6 Tubo di rivestimento

Per l'introduzione dei tubi RAUGEO attraverso un foro di perforazione contro l'ingresso di gas o acqua.

Materiale: PVC  
 ID: 100 mm  
 AD: 106 mm  
 Lunghezza: 400 mm



Fig.29: Tubo di rivestimento



Fig.30: Supporto da cassaforma

#### 4.3.7 Supporto da cassaforma RAUGEO

Adatto per tubi di rivestimento RAUGEO e per altri tubi di rivestimento. Con il supporto da cassaforma RAUGEO, i tubi di rivestimento possono essere fissati al rivestimento in legno e quindi essere subito annegati nel calcestruzzo.

ID: 100 mm  
AD: 106 mm



Fig.31: Conservazione per foro di perforazione

#### 4.3.8 Conservazione per foro di perforazione

Il kit è composto da una resina eposidica a due componenti con acqua potabile. Omologato secondo la direttiva KTW per sigillare il calcestruzzo ovvero l'opera muraria. Il set è completo di pennello (lungo circa 40 cm) e un paio di guanti in lattice.

Le indicazioni di montaggio si trovano nel set. E' necessario seguire le norme di sicurezza.



Fig.32: Isolamento per freddo

#### 4.3.9 Tubo flessibile isolante per freddo

Il tubo flessibile isolante per freddo è realizzato in un materiale a base di gomma stagno al vapore acqueo allo specifico scopo di isolare i condotti del freddo all'interno degli edifici. I punti di giunzione di testa vanno ermetizzati con nastro isolante in gomma.

Spessore isolamento: 13 mm  
Lunghezza: 2 m  
Dimensioni: 20-63 mm



Fig.33: Supporto per tubo

#### 4.3.10 Supporto per tubo

Il supporto per tubo REHAU è composto da due canaline semisferiche applicabili come inserto isolante tra il tubo e la relativa fascetta, allo scopo di impedire una formazione di rugiada in corrispondenza della fascetta.

Spessore isolamento: 13-15 mm  
Dimensioni: 20-63 mm



Fig.34: Nastro segna-percorso

#### 4.3.11 Nastro segna-percorso

Il nastro segna-percorso REHAU è realizzato in pellicola in PE provvista della dicitura "Achtung Soleleitungen" (attenzione: condotti per la circolazione del fluido termovettore) in nero. Serve per segnalare il percorso di passaggio degli appositi tubi posati all'interno del terreno. Va applicato ad un'altezza di 30 cm al di sopra di questi ultimi.

Materiale: PE  
Larghezza: 40 mm  
Lunghezza: 250 m  
Colore: verde



Fig.35: Manicotto autobloccante

#### 4.3.12 Manicotto autobloccante

La tecnica di collegamento con manicotto autobloccante REHAU è un metodo elaborato e brevettato da REHAU per un collegamento dei tubi RAUGEO PE-Xa e PE-Xa plus

- rapido e subito pronto per supportare le sollecitazioni di carico,
- sicuro in base al sistema,
- svincolato dalle condizioni atmosferiche,
- a tenuta stagna.

E' costituito unicamente dall'elemento di raccordo e dalla bussola a scorrimento. Il collegamento a manicotto autobloccante viene realizzato con utensili appositi REHAU. Durante il montaggio si raccomanda di osservare il fascicolo di istruzioni per l'uso allegato all'attrezzo.



Fig.36: Manicotto elettrosaldabile

#### 4.3.13 Manicotto elettrosaldabile

I manicotti elettrosaldabili REHAU sono pezzi stampati con filo metallico di apporto integrato, il quale viene riscaldato attraverso la corrente elettrica alla temperatura necessaria per il processo di saldatura che si intende effettuare. Ogni raccordo è dotato di una resistenza di riconoscimento integrata che garantisce i parametri di saldatura sul saldatore REHAU (art. 244762-001). Il codice a barre applicato su tutti i manicotti elettrosaldabili REHAU consente l'uso di tutti i saldatori comunemente reperibili sul mercato provvisti di lettore a penna. Durante il montaggio si raccomanda di osservare il fascicolo di istruzioni per l'uso allegato all'apparecchio.



Fig.37: Nastro di protezione

#### 4.3.14 Nastro di protezione RAUGEO

Il nastro di protezione contro la corrosione REHAU è realizzato in gomma butilica con proprietà autosaldanti. Serve per isolare tubi RAUGEO plus sguainati o raccordi in ottone all'interno del terreno.

Materiale :	
Larghezza:	50 mm
Lunghezza:	5 m
Colore:	grigio



Fig.38: Flessibile restringente

#### 4.3.15 Flessibile restringente REHAU

I raccordi per manicotti autobloccanti REHAU possono essere sostanzialmente posati nel terreno senza nessun tipo di protezione. Dato però che in certe zone possono esservi alcune sostanze in grado di danneggiarli, in caso di dubbio o sospetto è consigliabile proteggere il collegamento con un flessibile restringente REHAU.

Materiale:	VPE
Restringimento:	20 - 55 mm
Lunghezza:	1200 mm
Colore:	nero

# 5 MODALITÀ DI PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO GEOTERMICO

## 5.1 Fondamenti dello sfruttamento del calore della geotermia di superficie

In geologia per “prossimità alla superficie” si intende quella porzione di terreno che dalla superficie si addentra ad una profondità di appena poche centinaia di metri (circa 400 m). Si tratta cioè di quel tratto di terreno che può essere schiuso con collettori geotermici, pilastri energetici e sonde geotermiche. La Fig.39 mostra i diversi livelli di temperatura riscontrabili fino a 20 m di profondità: in particolare ad una profondità di 1,2-1,5 m si osservano temperature variabili tra 7°C e 13°C nell’arco dell’anno, mentre a una profondità di circa 18 m si riscontra tutto l’anno una temperatura costante di circa 10°C. In genere la temperatura all’interno del terreno aumenta di 2-3°C ogni 100 m di profondità in più. A 100 m di profondità la temperatura è quindi pari a circa 12°C, mentre a 200 m di profondità aumenta a circa 15°C. Questi livelli di temperature possono essere sfruttati molto efficacemente per il riscaldamento con l’aiuto di una pompa di calore oppure attraverso il raffreddamento diretto o mediante una macchina frigorifera. Nel dimensionamento di un impianto geotermico occorre distinguere tra potere calorifico e refrigerante nonché lavoro di riscaldamento e di raffreddamento possibili annualmente. A causa della conduttività termica del terreno limitata a circa 1-3 W/mK, un impianto di sfruttamento del calore del terreno può essere fatto funzionare soltanto per breve tempo a potenze di estrazione elevate, utilizzando la porzione circostante ai tubi ovvero alle sonde come serbatoio tampone di calore, che viene rigenerato in tempi sfasati attraverso il flusso di calore geotermico proveniente dall’interno della terra, che oscilla soltanto tra 0,015 e 0,1 W/m\*K. Nel caso di impianti di piccole dimensioni, ovvero dalla potenza termica di 30 kW, la direttiva VDI 4640 prescrive soltanto alcune semplici regole relative al dimensionamento, di cui le più importanti sono riportate anche nella presente Informazione Tecnica. Viceversa per gli impianti di formato piuttosto grande è utile operare un calcolo più preciso sulla base di una perizia del terreno.

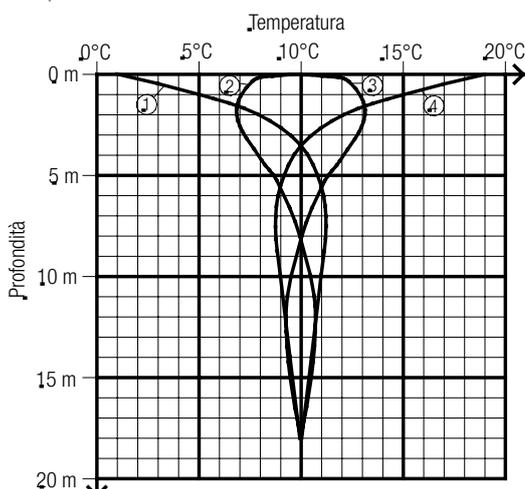


Fig.39 Livelli di temperatura a diverse profondità del terreno

## 5.2 Effetti sull’ambiente

Nel caso delle pompe di calore accoppiate al terreno con collettori geotermici un eventuale dimensionamento troppo ridotto dei collettori potrebbe comportare qualche effetto sulla vegetazione (prolungamento del periodo freddo) localmente circoscritto. In generale un dimensionamento troppo ridotto comporta delle temperature della fonte di calore più basse, e quindi un lavoro annuale di quantità più ridotta. In taluni casi estremi potrebbero insorgere temperature della fonte di calore che rasentano il limite minimo per l’impiego della pompa di calore.

Anche nel caso delle pompe di calore accoppiate al terreno con sonde geotermiche un dimensionamento troppo ridotto nel funzionamento a piena potenza potrebbe provocare entro un periodo piuttosto breve temperature della fonte di calore molto basse, fino a rasentare il limite minimo per l’impiego della pompa di calore. Inoltre, un dimensionamento troppo ridotto potrebbe comportare a lungo termine una diminuzione delle temperature della fonte di calore sempre maggiore col passar degli anni, nel caso in cui non si provvedesse a rigenerare in tempo.

## 5.3 Criteri per la scelta tra sonda, collettore o pilastro energetico

Per la scelta del sistema occorre partire sempre dalla potenza dell’evaporatore, ovvero il calore da sottrarre oppure, nel caso del raffreddamento, da apportare al terreno. In sede di progettazione occorre scegliere la fonte di calore maggiormente idonea per il luogo di installazione, adattandovi quindi il sistema di riscaldamento e gli altri componenti dell’impianto. I due sistemi maggiormente applicati sono:

- trasmettitore di calore del terreno orizzontale (collettore geotermico) oppure
- trasmettitore di calore del terreno verticale (sonde geotermiche, pilastri energetici).

La decisione se optare per un trasmettitore di calore orizzontale o verticale verrà “pilotata” dalle condizioni geologiche presenti in sito e dallo spazio necessario e disponibile, ovvero dalle condizioni di carattere edile.

I criteri essenziali per la tecnica dell’impianto sono:

- Rendimento di progettazione dell’impianto fonte di calore
- Potere di evaporazione della pompa di calore (viene rilevato ad esempio attraverso potere calorifico e la quantità di lavori effettuati)
- Ore di funzionamento annuali ovvero ore a pieno carico
- Potenza di picco del generatore di calore (peak load)

Una buona conoscenza in materia di geologia e idrogeologia consente di risalire alle caratteristiche termiche e idrauliche del suolo, consentendo così di optare per la tecnica di sottrazione maggiormente idonea.

Mesi del diagramma della Fig. 39

Linea 1 = 1. Febbraio

Linea 2 = 1. Maggio

Linea 3 = 1. Novembre

Linea 4 = 1. Agosto

## 5.4 Dimensionamento e posa dei collettori geotermici

Le modalità di progettazione dei collettori geotermici sono descritte nella direttiva VDI 4640. Qui di seguito riportiamo un riassunto degli aspetti principali.

### 5.4.1 Dimensionamento

I dati da contemplare ai fini della progettazione di un impianto dotato di collettori geotermici combinato con una pompa di calore sono:

- Fabbisogno di calore per riscaldamento e C.O.P. della pompa di calore, da cui risulta la potenza dell'evaporatore
- Portata volumica della pompa di calore (foglio con le caratteristiche di quest'ultima)
- Capacità di sottrazione specifica del terreno.

La pompa di calore deve essere definita in modo estremamente preciso, per cui per il dimensionamento va interpellato un produttore, in modo da assegnare il coefficiente di prestazione alla potenza termica, in base al modo di funzionamento definito.

In questo modo la potenza dell'evaporatore risulta nel seguente modo:

Potenza evaporatore =

$$\frac{\text{Potere calorifico} \times (\text{C.O.P.} - 1)}{\text{C.O.P.}}$$

Esempio:

Potere calorifico: 12 kW

C.O.P.: 4

$$\frac{12 \text{ kW} \times (4 - 1)}{4} = 9 \text{ kW}$$

Secondo la Tabella 6 la capacità di sottrazione specifica dipende dalla durata del funzionamento annuo:

Suolo	Capacità di sottrazione	
	a 1800 h	a 2400 h
Terreno non compatto	10 W/m <sup>2</sup>	8 W/m <sup>2</sup>
Terreno compatto, umido	20-30 W/m <sup>2</sup>	16-24 W/m <sup>2</sup>
Terreno saturo d'acqua	40 W/m <sup>2</sup>	32 W/m <sup>2</sup>

Tabella 6: Fonte: VDI 4640

Esempio:

Potenza evaporatore: 9 kW

Ore di funzionamento: 1800 h/a

Terreno: compatto, umido

Ne consegue:

Capacità di sottrazione: 25 W/m<sup>2</sup>

Superficie collettore per terreno =

$$\frac{\text{Superficie collettore per terreno (W)}}{\text{Capacità di sottrazione (W/m}^2\text{)}}$$

Superficie collettore per terreno = 360 m<sup>2</sup>

Le dimensioni dei tubi vanno scelte in funzione della capacità di sottrazione potenzialmente ottenibile dal terreno, ed in particolare tanto maggiore sarà quest'ultima, tanto maggiore sarà il flusso volumetrico necessario alla fascia di temperature data, e tanto più grande dovrà essere la dimensione dei tubi. Un orientamento al riguardo è fornito dalla Tabella 7.

Tipo di terreno	AD x s (mm)
Terreno non compatto	20 x 1,9
Terreno compatto, umido	25 x 2,3
Terreno saturo d'acqua	32 x 2,9

Tabella 7: Dimensionamento tubi

La direttiva VDI 4640 consiglia una distanza di posa di 50-80 cm.

Scegliendo una distanza di posa di 75 cm (0,75 m) e in base alla relazione

$$\text{Quantità di tubo} = \frac{\text{Superficie collettore per terreno (m}^2\text{)}}{\text{Distanza di posa (m)}}$$

risulta una lunghezza tubi di 480 m.

**Nota bene: i valori relativi alla capacità e al lavoro di sottrazione non devono essere superati, in quanto in questo caso il tratto in cui è posata la tubazione gela eccessivamente – oltre alle proporzioni desiderate – e i raggi di estensione della gelata vengono a convergere, raggiungendo proporzioni notevoli. Durante il disgelo in primavera viene ostacolato notevolmente il drenaggio delle acque delle precipitazioni piovose e derivanti dal disgelo, che contribuisce in misura fondamentale a riscaldare il terreno.**

Dato che il collettore geotermico provoca inevitabili alterazioni del livello delle temperature all'interno del terreno, i tubi vanno assolutamente posati a distanza sufficiente da alberi, arbusti e piante sensibili. E' richiesta una distanza di posa da altre tubazioni di alimentazione ed edifici di 70 cm. Nei casi in cui non fosse possibile rispettarla, le tubazioni devono essere assolutamente protette attraverso un isolamento sufficiente.

I collettori per terreno risultano idonei per il raffreddamento diretto degli edifici soltanto a determinate condizioni:

- Acqua sotterranea < 0,5 m con terreno conduttore 2,5 - 3 W/mK
- Temperatura acqua sotterranea durante l'estate < 12 °C

I carichi di raffreddamento di punta possono essere captati anche attraverso una macchina frigorifera accoppiata nel terreno.

Per evitare il pericolo di una perdita di pressione e/o carico troppo elevata, la lunghezza dei tratti di tubi non deve superare i 100 m.

### 5.4.2 Posa

Per gli impianti con collettori geotermici la direttiva VDI 4640 prescrive un montaggio dei tubi a una profondità di 1,2 – 1,5 m e a una distanza di 50-80 cm. I collettori geotermici vengono rigenerati principalmente dall'alto attraverso l'irradiazione solare e le precipitazioni. In relazione a ciò il flusso di calore geotermico è ridotto.

Alla luce di quanto appena detto, in linea di principio si deve pertanto evitare di costruire nei punti in cui passano i collettori ovvero di posare questi ultimi al di sotto di superfici sigillate in qualsiasi modo. Per eventuali eccezioni alla suddetta regola è necessaria una conferma a livello di progettazione, possibile in determinate circostanze, quando cioè un collettore geotermico viene utilizzato sia per riscaldare che per raffreddare, per cui contribuisce alla rigenerazione del terreno con qualsiasi modalità di funzionamento. In particolare in caso di posa al di sotto di edifici occorre tenere conto del fatto che la temperatura di funzionamento non deve assolutamente raggiungere il limite di gelata, in quanto in questo caso le opere murarie potrebbero riportare danni per effetto del sollevamento del terreno o altri fenomeni analoghi.

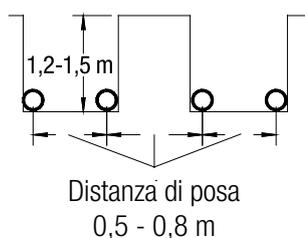


Fig.40: Posa in fossa

Per montare il collettore RAUGEO è possibile optare per la posa sia in scavo che in superficie.

Per realizzare la posa in fossa (cunetta), con l'aiuto di un'escavatrice si scava su un lato, quindi si sistema il tubo all'interno della fossa così ricavata, la quale si ricopre infine con lo stesso materiale estratto dal terreno (vedi Fig. 40).

Viceversa se si opta per la posa in superficie, l'intera superficie del collettore viene a trovarsi spianata (vedi Fig. 44).

Nota bene: Il materiale di riempimento presente può essere utilizzato esclusivamente con i tubi PE-Xa. Per il montaggio dei tubi PE 100 occorre invece realizzare un letto di sabbia (cfr. cap. 4.6).

I tubi collettori PE-Xa non vanno posati in un letto di ghiaia o pietrisco, in quanto l'aria inglobata dai suddetti materiali riduce la conduttività. Nel caso dei suddetti tipi di terreno occorre circondare i tubi con terra fine, in grado di garantire l'assorbimento di umidità. Impiegando i tubi in PE-Xa non è necessario tenere conto delle pietre contenute nel suddetto terreno.

Le Fig. 41 - 43 illustrano i tipi di posa più comuni.

La posa "a chiocciola" (Fig. 41) si presta per l'applicazione in superficie.

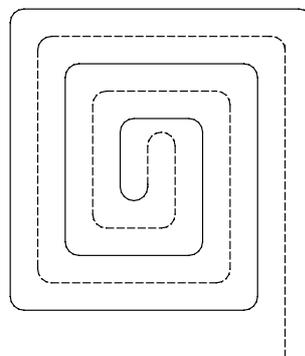


Fig.41 Posa "a chiocciola"

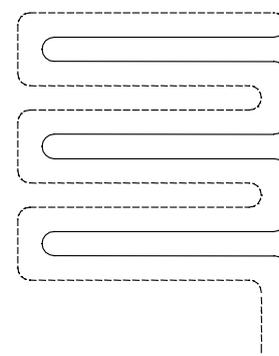


Fig.42: Posa a doppio meandro

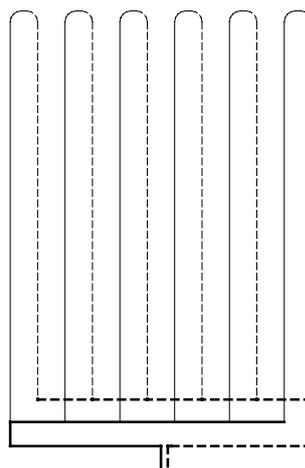


Fig.43: Posa "Tichelmann"

Le pose a doppio meandro (Fig. 42) e "Tichelmann" (Fig. 43) sono adatte per l'applicazione in fossa.

I tubi RAUGEO vengono forniti in bobine da 100 m. La superficie captante deve essere progettata in modo tale che ogni tratto di tubi presenti la stessa lunghezza, in modo da evitare un grande dispendio di lavoro per la regolazione e messa a punto sul collettore.

Nella posa in superficie i tubi possono essere fissati con l'apposito ausilio di posa REHAU, che consente di costruire semplicemente i fasci di tubi.

Calcolo delle necessarie superfici del collettore e lunghezza del tubo con un COP della pompa di calore da 4 (0/35), una capacità di sottrazione di 25 W/m<sup>2</sup> e una distanza di posa di 0,6 m:



Fig.44: Posa in superficie

Potenza termica [kW]	Potenza dell'evaporatore [kW]	Min. superficie [m <sup>2</sup> ]	Proposta tubo RAUGEO collect [m]
4	3	120	200
6	4,5	180	300
8	6	240	400
10	7,5	300	500
12	9	360	600
14	10,5	420	700
16	12	480	800
18	13,5	540	900
20	15	600	1000

### 5.4.3 Montaggio del collettore geotermico



Fig.45: Scelta del punto per l'installazione

#### Operazione 1

- Scegliere il punto per l'installazione dei collettori di distribuzione nella posizione più alta dell'impianto.
- I tubi collettori (sistema Tichelmann) possono essere installati all'interno di canali in plastica o in canali con coperture permeabili alla luce.  
Nota bene: in presenza di sole i canali permeabili alla luce vanno coperti, in quanto le tubazioni devono essere protette dai raggi UV.
- Collegare le tubazioni ai collettori e ai tubi di raccolta secondo il metodo Tichelmann 5.7



Fig.46: Posa del tubo e fissaggio

#### Operazione 2 Posa in superficie

- Svolgere i tubi, livellarli e fissarli con chiodi conficcabili nel terreno.
- Osservare assolutamente i raggi di curvatura riportati nella Tabella 1 per PE-Xa e PE 100.



Fig.47: Copertura dei tubi con terra o sabbia

#### Operazione 3

- Coprire con una gettata di terreno o sabbia rimuovere i chiodi dal terreno.  
Nota bene: i tubi collettori RAUGEO 100 devono essere posati in un letto di sabbia.



Fig.48: Riempimento e copertura delle tubazioni

#### Operazione 4

- Riempire il tubo con il fluido termovettore premiscelato, rispettando il rapporto antigelo / acqua indicato dal produttore della pompa di calore. La protezione antigelo deve risultare di 7 K al di sotto della temperatura minima dell'evaporatore.
- Sciacquare le tubazioni attraverso un recipiente aperto fin quando non risulteranno prive d'aria.
- Sottoporre tubazione e componenti dell'impianto (collettori, condotti di raccordo, ecc.) ad una prova a pressione con una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio.

## 5.5 Dimensionamento e installazione delle sonde geotermiche

I vantaggi dettagliati relativi a dimensionamento e montaggio delle sonde geotermiche sono conformi alla VDI 4640.

### 5.5.1 Dimensionamento

Anche per la progettazione delle sonde geotermiche destinate al funzionamento delle pompe di calore è determinante la capacità di sottrazione ovvero la potenza dell'evaporatore. La Tabella 8 contiene i valori da adottare per gli impianti di piccolo formato < 30 kW per il riscaldamento mediante pompa di calore e per lunghezze max. della sonda di 100 m.

Ore di funzionamento Suolo	1800 h	2400 h
<b>Valori di riferimento generali:</b>	<b>Capacità di sottrazione specificata in W/m di sonda</b>	
Fondo cattivo (sedimenti asciutti) ( $\lambda < 1,5$ W/mK)	25	20
Fondo normale con roccia solida e sedimenti saturi d'acqua ( $\lambda < 3,0$ W/mK)	60	50
Roccia solida ad alta conduttività termica ( $\lambda < 3,0$ W/mK)	84	70
<b>Singole rocce:</b>		
Roccia solida ad alta conduttività termica	< 25	< 20
Ghiaia, pietrisco conduttori d'acqua	65 - 80	55 - 85
In caso di fiume sotterraneo piuttosto in ghiaia e sabbia, per impianti singoli	80 - 100	80 - 100
Argilla di vario tipo, umido	35 - 50	30 - 40
Pietra calcarea (massiccia)	55 - 70	45 - 60
Argilla umida	65 - 80	55 - 65
Magmatite acida (p. es. granito)	65 - 85	55 - 70
Magmatite basica (p. es. basalto)	40 - 65	35 - 55
Gneis	70 - 85	60 - 70

(I valori possono subire variazioni per effetto di formazioni di roccia tipo fagliatura, fessurazione, disgregazione.)

Tabella 8: Capacità di sottrazione specifica delle sonde geotermiche (Fonte: VDI 4640)

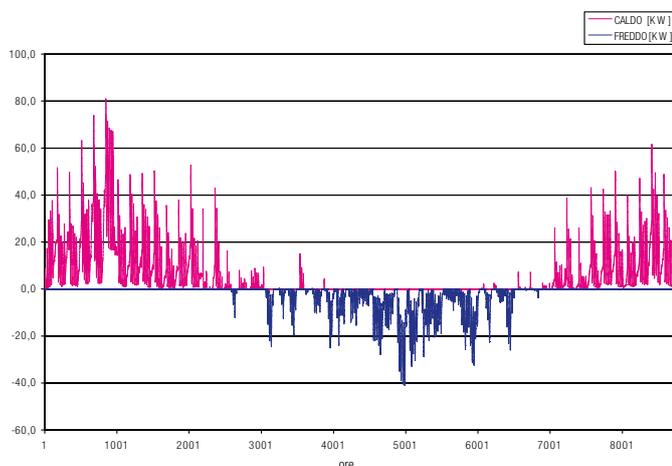


Fig.49: Esempio di curva caratteristica caldo – freddo (edificio)

I tipi di terreno che influenzano la capacità di sottrazione della sonda possono essere individuati dalla prova geologica o alla prima perforazione da parte della ditta di trivellazione.

### Esempio di progettazione:

**Potenza evaporatore: 6,8 kW (6800 W)**

**Ore di funzionamento: 2400 h/a**

**Terreno umido**

Ne consegue che: **Capacità di sottrazione: 50 W/m**

Ne consegue che

$$\text{Lunghezza sonda} = \frac{\text{Potenza evaporatore (W)}}{\text{Capacità di sottrazione (W/m)}}$$

in questo caso 136 m.

### 5.5.2 Dimensionamento impianti di grandi dimensioni

Nel caso di impianti di grandi dimensioni con pompa di calore al potere calorifico > 30 kW o sfruttamento di una fonte di calore supplementare (p. es. raffreddamento) deve essere eseguito un calcolo più preciso. A questo scopo va rilevato come base il fabbisogno di freddo o calore dell'edificio.

La Fig. 49 mostra un esempio di fabbisogno di freddo e calore dell'edificio distribuito nel corso dell'anno, calcolato mediante un programma di simulazione. Per il dimensionamento dell'impianto con sonda nei casi in cui non si conosce con assoluta certezza la situazione geologica e idro-geologica occorre effettuare una perforazione pilota che permetta di rilevare le caratteristiche geofisiche del sottosuolo, e mediante un "test di risposta termica" si possa misurare la potenza che è possibile sottrarre dal sottosuolo. Sulla scorta dei risultati è inoltre possibile ricavare, sempre attraverso un programma di simulazione, la capacità di sottrazione possibile nel corso di un anno per una durata impianto da definire. Calcolo dei metri di sonda necessari con un COP della pompa di calore da 4 (0/35) e una capacità di sottrazione di 50 W/m:

Potenza termica [kW]	Potenza dell' evaporazione [kW]	Min. Lunghezza sonda	Proposta sonda RAUGEO
4	3	60	1 Sonda da 60 m
6	4,5	90	2 Sonde da 50 m
8	6	120	2 Sonde da 60 m
10	7,5	150	2 Sonde da 80 m
12	9	180	2 Sonde da 90 m
14	10,5	210	3 Sonde da 70 m
16	12	240	3 Sonde da 80 m
18	13,5	270	3 Sonde da 90 m
20	15	300	4 Sonde da 75 m

### 5.5.3 Montaggio

Gli impianti con sonda in genere sono soggetti a obbligo di licenza secondo le leggi locali vigenti in materia di perforazione del sottosuolo e di utilizzo delle acque sotterranee. E' opportuno rispettare una distanza di sicurezza di 2 m dall'edificio, che non deve essere assolutamente compromesso nella sua stabilità. In presenza di più sonde geotermiche, la distanza di sicurezza dall'edificio deve essere rispettivamente di min. 5 m con una lunghezza sonda < 50 m e di min. 6 m con una lunghezza sonda > 50 m. Nel caso delle sonde geotermiche impiegate per il fabbisogno di freddo va optato per una disposizione più aperta possibile, in modo da evitare eventuali interferenze reciproche. La posa va effettuata a una distanza di almeno 70 cm dalle altre linee e condotti di alimentazione. Nei casi in cui non fosse possibile rispettarla, le tubazioni devono essere assolutamente protette attraverso un isolamento sufficiente. Per semplificare l'applicazione della sonda nei fori di perforazione umidi (riempiti d'acqua) si consiglia di riempire le sonde d'acqua. Il peso per sonda REHAU semplifica ulteriormente l'applicazione della sonda. Nei fori di perforazione asciutti la sonda va riempita d'acqua al più tardi prima dell'inserimento a pressione nel foro di perforazione del materiale di riempimento, in modo da evitare un effetto di "ribollimento". Il tubo di riempimento viene spinto nel foro di perforazione insieme alla sonda. In caso di profondità piuttosto elevate potrebbe rivelarsi necessario un secondo tubo di riempimento per garantire un riempimento uniforme. Di regola la sonda viene spinta nel foro di perforazione con l'aiuto di un applicatore sbobinante fissato sulla torre di perforazione. La sonda può essere svolta anche prima dell'applicazione e spinta quindi nel foro di perforazione attraverso un occhiello da fissare sulla torre di perforazione. Svolgendo la sonda a priori si limita la curvatura residua dei tubi.

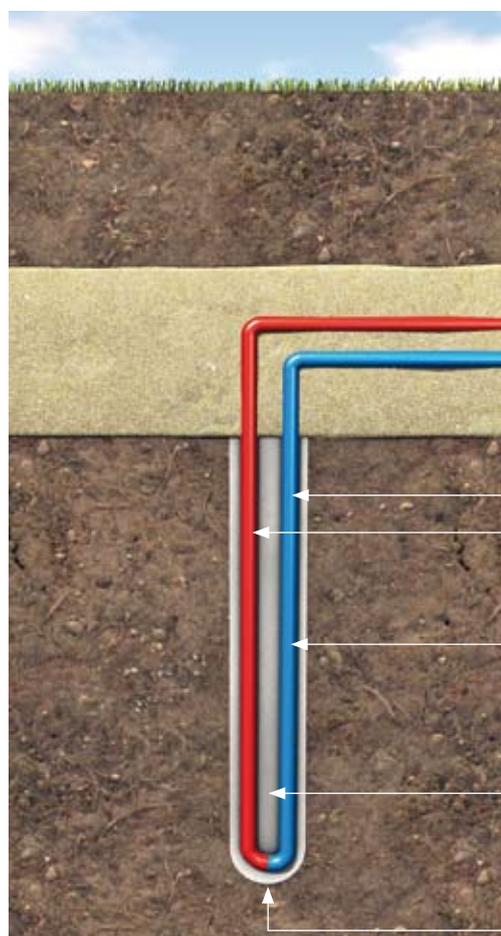


Fig.50

**Nota bene: si sconsiglia di adottare il procedimento di inserimento dei tubi svolti precedentemente nel foro di perforazione per le sonde PE 100, in quanto i solchi e le fenditure che possono formarsi durante il trascinamento sul terreno riducono notevolmente la vita media dei tubi.**

Una volta che la sonda sarà stata applicata si consiglia di fare una prova di portata del fluido e di pressione.

**Nota bene: il ritombamento del foro di perforazione deve avvenire in conformità alla VDI 4640 parte 2, deve essere garantito che la struttura sia compatta, duratura, fisicamente e chimicamente stabile e che non vi siano cavità o aria inglobate nella struttura stessa. Solo con la conformità alla VDI 4640 che stabilisce il regolare metodo di ritombamento del foro di perforazione, può essere assicurata la funzionalità delle sonde più profonde.**

Dopo il riempimento del foro di perforazione vengono eseguiti tutti gli ultimi controlli. La prova di funzionamento della sonda piena d'acqua è una prova sotto pressione con min. 6 bar; sollecitazione preliminare: 30 minuti; durata prova: 60 min.; calo di pressione tollerato: 0,2 bar. In caso di pericolo di gelate fino a - 2 m sotto la superficie del terreno, è necessario svuotare la sonda, ad esempio attraverso il collegamento di aria compressa ad un lato e con l'applicazione di una bassa pressione. Sull'altro lato l'acqua viene quindi espulsa per effetto della pressione. Togliendo quest'ultima, la colonna dell'acqua pendola all'interno della sonda. I tubi della sonda vanno chiusi ermeticamente fino al punto di raccordo. Per completare il riempimento della porzione anulare va utilizzato del materiale scelto in funzione delle condizioni geologiche, da definirsi in base ai rispettivi modi di funzionamento. I tubi delle sonde geotermiche andrebbero condotti al collettore all'interno di circuiti collegati in parallelo. Il collettore va installato nel punto più alto. Va prevista l'applicazione di un dispositivo per evacuazione gas in una posizione idonea. I collettori possono essere dotati di un misuratore di portata per la messa a punto delle sonde. Prima della messa in funzione del sistema completo occorre effettuare una prova a pressione con una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio. Va inoltre accertato che tutte le sonde vengano attraversate uniformemente dal flusso.

Profondità di posa compresa 1,2 e 1,5 m  
(senza pericolo di gelate)

Tubi per sonda PE 100 posati in un letto di sabbia!  
(con PE-Xa non necessario)

Tubazione di ritorno

Tubazione di mandata

Sonda RAUGEO PE-Xa oppure PE 100

Materiale di riempimento

Foro di perforazione

## 5.5.4 Montaggio delle sonde geotermiche



Fig.51: Controllo e preparazione della sonda

### Operazione 1

- Prima dell'applicazione accertare che il tubo in bobina non abbia subito danni.
- Portare la sonda sull'applicatore sbobinante.
- Se necessario, fissare i pesi speciali o l'applicatore a spinta sulla base della sonda.



Fig.52: Preparazione della sonda

### Operazione 2

- Riempimento della sonda con acqua in modo da evitare l'effetto ribollimento.
- Inserire la sonda con il tubo di riempimento nel foro di perforazione.
- Spingere sonda e tubo di riempimento completamente nel foro di perforazione.



Fig.53: Inserimento nel foro di perforazione

### Operazione 3

- Verifica di pressione e scorrimento della sonda riempita d'acqua.
- Riempimento completo della porzione anulare del foro di perforazione.
- Prova di funzionamento della sonda piena d'acqua con min. 6 bar.



Fig.54: Collegamento ai condotti di raccordo

### Operazione 4

- Collegamento delle sonde ai condotti di raccordo.
- Raccordo delle tubazioni al collettore nel punto più alto dell'impianto.
- Riempimento dell'impianto con fluido termovettore premiscelato.
- Sciacquare le tubazioni, attraverso un recipiente aperto fin quando non risulteranno prive d'aria.
- Sottoporre il sistema ad una prova a pressione con una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio.

## 5.6 Dimensionamento e installazione dei pilastri energetici

I vantaggi dettagliati relativi a dimensionamento e montaggio dei pilastri energetici sono conformi alla VDI 4640.

### 5.6.1 Dimensionamento

I pilastri energetici vanno dimensionati secondo modalità analoghe a quelle adottate per le sonde geotermiche (cfr. il punto 5.1).

Va tenuto debito conto, in particolare nel calcolo, che i pilastri energetici non vanno fatti funzionare nel tratto soggetto al pericolo di gelata. E' opportuno prevedere uno spegnimento in funzione della temperatura.

Per motivi economici si terrà conto solo del numero di pilastri necessari per l'occupazione attraverso i vari elementi. I costi relativi ai pali aggiuntivi non giustificerebbero la spesa. Eventuali poteri calorifici e refrigeranti supplementari vengono coperti da altri sistemi indipendenti. Lo sfruttamento può rivelarsi economico a partire da una lunghezza di 6 m.

Di regola i pilastri di fondazione vengono piantati nell'acqua sotterranea. Attraverso lo sfruttamento come sistema ad acqua di raffreddamento si aumenta la temperatura dell'acqua sotterranea, da definirsi insieme alle autorità locali competenti.

### 5.6.2 Varianti di posa

I tubi possono essere posati nelle varianti a meandro verticale e sonda a U.

#### Meandro verticale

I tubi vengono posati a meandro in modo continuo all'interno della armatura a gabbia. Questo tipo di posa è particolarmente vantaggiosa ai fini di un montaggio semplice. Sull'estremità di testa del pilastro viene operato il collegamento delle tubazioni di mandata e ritorno alla rete delle tubazioni di distribuzione.

#### Sonda a U

I tubi vengono posati a U all'interno dell'armatura a gabbia. Sull'estremità di testa del pilastro viene operata la giunzione dei singoli terminali di tubo con il sistema a manicotto autobloccante REHAU, completo dei raccordi REHAU.

Questo tipo di posa risulta particolarmente vantaggiosa ai fini dello scarico dell'aria dalle tubazioni.

Sull'estremità di testa del pilastro viene operato il collegamento delle tubazioni di mandata e ritorno alla rete delle tubazioni.



Fig.55: Posa dei tubi dei pilastri energetici

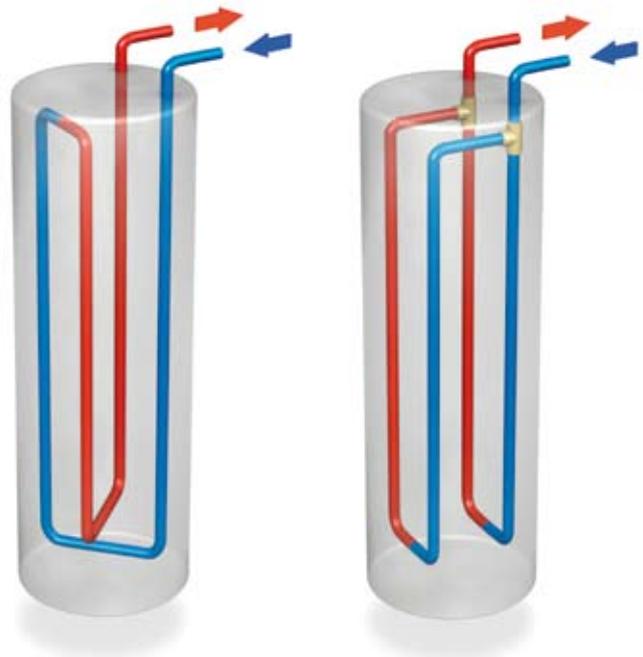


Fig.56: Posa dei tubi a meandro doppio

Fig.57: Posa dei tubi a sonda a U

### 5.6.3 Montaggio dei pilastri energetici



Fig.58: Montaggio dei tubi nell'armatura a gabbia.

#### Operazione 1

Posa dei tubi a meandro nell'armatura a gabbia già predisposta di fabbrica.

I tubi vengono posati in senso longitudinale all'interno dell'armatura a gabbia.

Il fissaggio ad accoppiamento geometrico dei tubi viene operato mediante elementi per collegamento a rete intrecciata REHAU EP a una distanza di 0,5 m a ridosso dell'armatura e in corrispondenza dei rinvii dell'armatura.



Fig.59: Sintesi di riavvolgimento nella guaina di protezione.

#### Operazione 2

- In corrispondenza dell'estremità di testa del pilastro inserire i tubi nella guaina protettiva, fissare e tagliare secondo necessità.
- Contrassegnare le tubazioni

I condotti di collegamento vengono tagliati secondo necessità sull'estremità di testa del pilastro.

Il pilastro di fondazione con sonde integrate viene contrassegnato secondo lo schema di montaggio.



Fig.60: Applicazione dell'unità di controllo nella pressione.

#### Operazione 3

- Applicazione unità di controllo della pressione.
- Applicazione di una pressione di prova di 6 bar

L'unità di controllo della pressione viene applicata sulle estremità dei tubi attraverso l'elemento di passaggio REHAU completo di manometro.

Applicare una pressione di prova di 6 bar e registrare la pressione di prova applicata.



Fig.61: Prova di pressione a 6 bar.

#### Operazione 4

- Applicare una pressione di prova di 6 bar e registrare la pressione di prova applicata.
- Esecuzione di una seconda prova a pressione dopo la gettata di calcestruzzo.
- Allacciamento delle tubazioni al collettore.

Registrazione della pressione di prova dopo la gettata di calcestruzzo. I pilastri energetici possono essere collegati direttamente ai condotti del collettore ovvero direttamente sul collettore del circuito di riscaldamento e raffreddamento.

## 5.7 Montaggio del collettore

### 5.7.1 Posizionamento del collettore

Il collettore va posizionato in corrispondenza del punto più alto del circuito, che dovrebbe preferibilmente risultare leggermente in discesa rispetto al collettore.

### 5.7.2 Punto di installazione del collettore

Essendo i condotti per la salamoia soggetti a leggere formazioni di condensa, all'interno degli edifici devono essere isolati a tenuta di vapore acqueo. Dato che l'isolamento del collettore richiede molto tempo, lavoro e denaro, è preferibile installarlo all'esterno dell'edificio.

### 5.7.3 Allacciamento del collettore

Il collettore va allacciato attraverso l'attacco G 1 1/2" oppure G 2" (filettatura esterna). A causa del pericolo di formazione di bolle di vapore, il collettore è soggetto ad alcuni limiti di impiego. La portata per il tubo di base da 2" è limitata a 8000 l/h se si utilizza una miscela con antigelo al 34%. Se viene utilizzato un fluido termovettore con percentuale di antigelo più ridotta è possibile raggiungere portate maggiori. Nel caso in cui dovesse servire una portata > 8000 l/h, è possibile collegare insieme due tubi del collettore al centro con un raccordo a T, in modo da ottenere un flusso volumetrico all'ordine di 16000 l/h.



Fig.62: RAUGEO Collettore standard

#### Nota bene:

**I collettori in ottone possono funzionare solo ed esclusivamente con miscela di acqua e glicole. Qualora venisse utilizzato un fluido corrosivo occorre montare collettori in materiale polimerico.**

**Questi ultimi vanno utilizzati anche per gli impianti in cui non vi è spazio sufficiente per il collettore standard.**

**I prezzi dei collettori in materiale polimerico vengono comunicati su richiesta.**



Fig.63: Collettore in materiale polimerico

### 5.7.4 Collettore per sonda

Le tubazioni di mandata e ritorno di una sonda geotermica possono essere collegate insieme mediante un raccordo a Y oppure condotti singolarmente verso il collettore.

Qualora non si potesse garantire la stessa lunghezza del tubo della sonda verso il collettore, occorre installare dei regolatori di portata. In caso di utilizzo di una miscela di acqua e glicole, quest'ultimo serve solo ed esclusivamente per mettere a punto i singoli circuiti, ma non per determinare la portata. Ciò dipende dalla maggiore densità e viscosità della miscela di questo tipo.



Fig.64: Regolatore di portata

### 5.7.5 Allacciamento del tubo di raccolta

Per garantire il passaggio uniforme del flusso da collettore / tubo della sonda attraverso tutti i tubi, è consigliabile collegare questi ultimi secondo il metodo "Tichelmann". Vedere le Fig. 65 e 66.



Fig.65: Tubazioni di mandata e ritorno unilaterale



Fig.66: Tubazioni di mandata e ritorno alternato

### 5.7.6 Allacciamento del collettore

Il collettore può essere allacciato in senso sia orizzontale che verticale, nel qual caso i tubi vanno posati in una curva di 90° prima del collegamento al collettore. In questo modo le forze esercitate dai tubi in seguito alle alterazioni della lunghezza dovute alla temperatura non arrivano al collettore, bensì vengono compensate all'interno della curva. Durante il montaggio del collettore all'interno di una canalina permeabile alla luce va assolutamente impedito il contatto dei tubi RAUGEO con le pareti dell'edificio. Applicando lastre in poliuretano espanso rigido spesse 4 cm sul lato posteriore si impedisce la formazione di umidità nella porzione in corrispondenza del muro per effetto della condensa ed un eventuale danneggiamento dei tubi.

### 5.7.7 Collettore per pilastri energetici

Analogamente ai sistemi per riscaldamento e raffrescamento a pannelli REHAU, anche il pilastro energetico REHAU può essere collegato alla rete delle tubazioni mediante un collettore del circuito di riscaldamento e raffreddamento.

Per l'intercettazione e la messa a punto è consigliabile installare rubinetti a sfera e regolatori di portata. In sede di progettazione occorre prevedere una perdita di carico max. di 300 mbar per ogni circuito e circuiti di grandezza pressoché identica.

Se i tubi del collettore sono posati secondo il metodo Tichelmann, la perdita di carico al loro interno risulta pressoché uniforme.

## 5.8 Fluido termovettore

### 5.8.1 Considerazioni generali

Sugli impianti dotati di pompa di calore l'acqua va miscelata con una parte ben precisa di glicole, per impedire che il fluido termovettore possa gelare. Sugli impianti non destinati a funzionare in una zona soggetta a gelate non è necessario aggiungere il glicole se i tubi vengono posati in un punto in cui risulta assolutamente escluso il pericolo di gelata.

Prima di riempire l'impianto si deve conoscere la temperatura su cui occorre regolare il fluido termovettore, che per gli impianti dotati di pompa di calore in genere varia tra 10°C e 20°C. L'antigelo REHAU viene fornito in versione concentrata, miscelabile con acqua secondo le modalità indicate nella tabella sottostante.

**Attenzione: la norma DIN 2000 prescrive per l'acqua di miscelazione un contenuto di cloro non superiore a 100 mg/l. Per proteggere i componenti in acciaio dell'impianto, i glicoli REHAU contengono alcune sostanze anticorrosive. Per garantire una dose di anticorrosivi sufficiente nel glicole, la percentuale di antigelo deve essere come minimo rispettivamente del 20% nel caso del glicole etilenico e del 25% nel caso del glicole propilenico. Per economizzare sulla potenza di pompaggio, la percentuale di glicole andrebbe comunque mantenuta più bassa possibile.**

Qui di seguito sono riportati i rapporti di miscelazione:

Glicole etilenico:		
-10 °C	22 % glicole etilenico	78 % acqua
-15 °C	29 % glicole etilenico	71 % acqua
-20 °C	35 % glicole etilenico	65 % acqua

**Attenzione: il glicole va miscelato con acqua all'interno di un contenitore prima del riempimento dell'impianto. Inserendo le due sostanze singolarmente nell'impianto non è garantita una miscelazione ottimale, per cui non può essere escluso un rischio di danni in seguito a gelata.**

La temperatura impostata va controllata con il misuratore per antigelo.

**Attenzione: per i glicoli a base di etilene e propilene va utilizzato il misuratore per antigelo apposito.**

Con una pompa aspirante di tipo comunemente reperibile in commercio viene quindi evacuata l'aria dal circuito di tubazioni, utilizzando un recipiente aperto.

### 5.8.2 Riempimento delle sonde geotermiche

In fase di montaggio le sonde geotermiche vengono riempite per lo più con acqua, per cui prima di riempire con la miscela di acqua e glicole occorre evacuare completamente dalla tubazione l'acqua inserita precedentemente. Qualora ciò non fosse possibile, occorrerà preparare una miscela più concentrata, calcolando il volume presente nel circuito della sonda secondo le modalità indicate nella Tabella 9.

**Nota bene:**

**Nella miscela di acqua e glicole occorre controllare ogni anno il pH e se la protezione antigelo è sufficiente. Il pH deve risultare nella fascia neutra intorno al 7.**

Dimensioni d x s [mm]	Volume [l/m]
20 x 1,9	0,20
25 x 2,3	0,32
32 x 2,9	0,54
40 x 3,7	0,83
50 x 4,7	1,30
63 x 5,8	2,10
75 x 6,8	2,96
90 x 8,2	4,25
110 x 10	6,36
125 x 11,4	8,20
140 x 12,7	10,31
160 x 14,6	13,43

Tabella 9: Volume interno tubi

## 5.9 Riempimento dello scavo ovvero della trincea

### 5.9.1 Considerazioni generali

Se per effetto di un'eventuale esposizione diretta dei raggi del sole la temperatura della tubazione dovesse aumentare sensibilmente oltre a quella della fossa di alloggiamento tubi, ai fini di una posa a bassa percentuale di sollecitazioni di tensione occorre provvedere a coprire leggermente il condotto prima di riempire la fossa di alloggiamento dei tubi in modo definitivo.

Difformemente dalla norma DIN EN 1610, per la zona occupata dalla tubazione e il riempimento del resto della fossa con i tubi collettori RAUGEO PE-Xa è possibile utilizzare il materiale asportato se:

- il materiale asportato dal terreno può essere ben compattato
- la grandezza max. dei grani di terra non supera i 63 mm
- sul tubo non vengono a sedimentarsi pietre in grado di schiacciarlo o ammaccarlo.

In questo modo nel tratto di posa della tubazione possono essere utilizzati pietrisco, detriti di materiali edili riciclati e scorie macinate.

In corrispondenza dei corpi stradali il riempimento della fossa di alloggiamento tubi va completato secondo il fascicolo ZTV A StB 97 "condizioni di contratto aggiuntive e direttive relative allo scavo delle aree dedicata alla viabilità".

**Nota bene: per i tubi collettori RAUGEO PE 100 è obbligatoria la posa all'interno di un letto di sabbia.**

### Compensazione del potenziale

I tubi RAUGEO non possono essere utilizzati come conduttori di terra per impianti elettrici.

### 5.9.2 Posa all'esterno

Nelle regioni dell'Europa centrale i tubi RAUGEO sono in grado di resistere per un anno posati all'esterno senza alcuna protezione. Qualora detto tempo dovesse prolungarsi, oppure nelle zone con forte irradiazione solare, p. es. zone costiere, nei Paesi a sud o ad altitudini di oltre 1500 m, è indispensabile una posa al riparo dall'esposizione diretta ai raggi del sole. Va inoltre evitato qualsiasi contatto con mezzi costituenti potenziale fonte di danno (vedere allegato 1 alla norma DIN 8075).

Qualora per il luogo di installazione dovesse essere prevista una cappa con canalina permeabile alla luce, la copertura della grata deve essere schermata contro i raggi UV, in quanto i tubi in plastica sono resistenti a questi ultimi soltanto per i periodi di posa all'aperto ordinari, ma non per decenni.

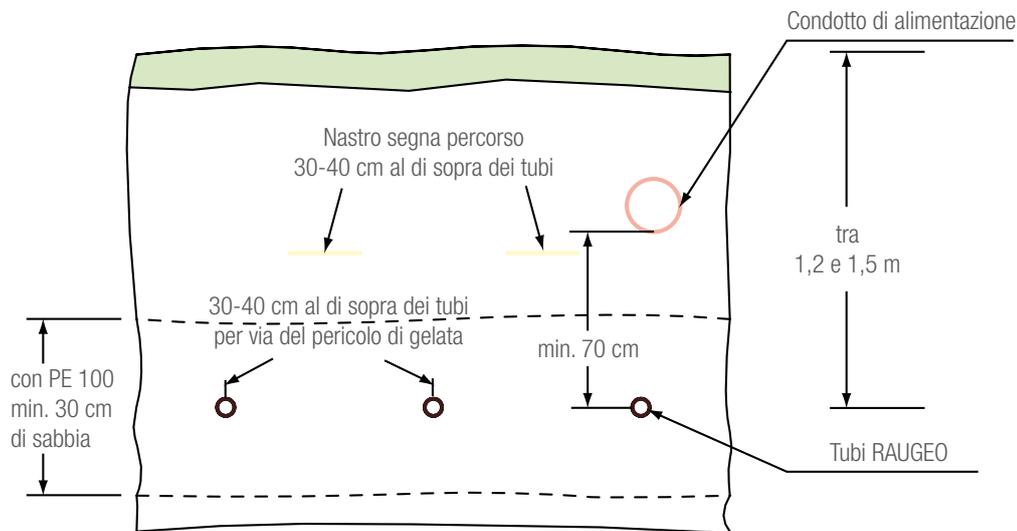


Fig.67: Distanze di posa con posizionamento del nastro segna-percorso

# 6 ENTRATA ALL'INTERNO DELL'EDIFICIO

## 6.1 Isolamento

Dato che di regola la temperatura del fluido termovettore è più bassa rispetto a quella del luogo di installazione della pompa di calore, i tubi in esso presenti vanno isolati in modo stagno al vapore per evitare la formazione di condensa ai sensi della norma DIN 4140.

Le fascette per tubo vanno provviste di supporti per tubo, in modo da impedire il ponte di freddo tra fascetta e isolamento.



Fig.68: Supporto per tubo

## 6.2 Entrata all'interno dell'edificio

Anche l'inserimento all'interno dell'edificio va effettuato ai sensi della norma DIN 4140, secondo cui il tubo che passa attraverso la parete deve essere isolato dall'acqua di condensa. Il passante da parete REHAU consiste in una flangia ermetizzante da parete utilizzabile anche contro l'acqua in pressione. L'ermetizzazione dei tubi viene effettuata a filo con la parete esterna (vedere la Fig. 67). Il tubo che passa attraverso la guaina di protezione / foro di carotaggio viene isolato dal vapore con l'isolamento REHAU.

A questo scopo il tubo per la circolazione del fluido va posato attraverso il tubo di rivestimento / il foro di carotaggio.

La flangia ermetizzante da parete va stretta con la coppia di serraggio giusta. Sul lato della flangia l'elemento isolante va spennellato di collante per creare un collegamento.

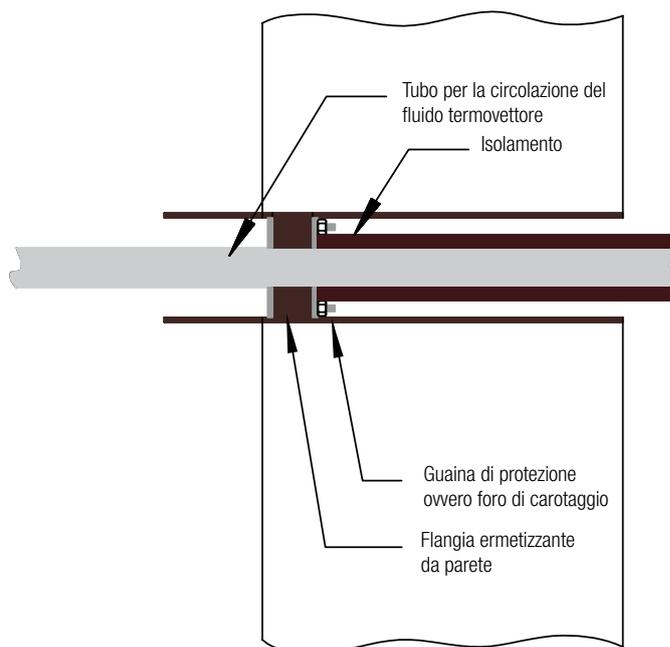


Fig.69: Inserimento all'interno dell'edificio

# 7 CALCOLO DELLA PERDITA DI CARICO

## 7.1 Considerazioni generali

Gli impianti dotati di pompa di calore vanno fatti funzionare con una miscela di acqua e glicole, al fine di impedire al fluido termovettore di gelare. La temperatura più bassa si osserva all'interno della pompa di calore che, a seconda del tipo e della marca può variare tra  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $-20^{\circ}\text{C}$ , anche se le tubazioni non andrebbero fatte funzionare ad una temperatura inferiore a  $-5^{\circ}\text{C}$ .

La miscela di acqua e glicole va regolata secondo le istruzioni del produttore della pompa di calore.

## 7.2 Progettazione

Dato che una miscela di acqua e glicole presenta una viscosità e densità maggiori rispetto all'acqua, nel calcolo relativo alla perdita di carico occorre tenere conto della parte di glicole contenuta nell'acqua. Le tabelle REHAU relative alla perdita di carico consentono un dimensionamento sia con diverse percentuali di glicole che con acqua senza glicole. Le tabelle a ciò relative vengono compilate presumendo che la temperatura di esercizio sia rispettivamente di  $-5^{\circ}\text{C}$  per il funzionamento con miscela di fluido termovettore e acqua e di  $+15^{\circ}\text{C}$  per il funzionamento con sola acqua.

La perdita di carico interessa tubazioni, raccordi, collettori e scambiatore termico della pompa di calore.

# 8 LICENZE E AUTORIZZAZIONI NECESSARIE

## 8.1 Normativa nazionale

Attualmente non esiste una norma nazionale specifica, ma esistono norme locali, regionali, provinciali ecc.

A livello di progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti vanno quindi osservati i regolamenti vigenti in loco, circa la perforazione di pozzi per l'installazione di sonde geotermiche e per l'utilizzo delle acque sotterranee.

## 8.2 Norme, direttive e regolamenti, ecc.

### Norme tedesche

#### DIN 4021

Apertura del fondo di costruzione con scavi esplorativi e prelievi di campioni

#### DIN 4022

Fondo di costruzione e acque sotterranee - Denominazione e descrizione di terreno e rocce

Parte 1: Elenco strati per perforazioni senza estrazione continua di campioni di carotaggio nel terreno e nella roccia

Parte 2: Elenco strati per perforazioni nella roccia (roccia dura)

Parte 3: Elenco strati per perforazioni con estrazione continua di campioni di carotaggio nel terreno e nella roccia (roccia friabile)

#### DIN 4023

Perforazioni del fondo di costruzione e acque; rappresentazione grafica dei risultati.

#### DIN 4030

Valutazione di acque, terreni e gas in grado di attaccare il calcestruzzo

Parte 1: Fondamenti e valori limite

Parte 2: Prelievo e analisi di campioni d'acqua e di terreno.

#### DIN 4049

Idrologia

Parte 1: Definizioni di base

Parte 2: Termini relativi alla natura delle acque

## **Norme europee**

### **DIN EN 255**

Condizionatori d'aria, complessi per raffreddamento di liquidi e pompe di calore con compressione-riscaldamento a comando elettrico

Parte 1: Denominazioni e definizioni

Parte 2: Controlli e requisiti relativi alle contrassegnature delle apparecchiature per il riscaldamento dei ambienti

Parte 4: Requisiti relativi alle apparecchiature per il riscaldamento dei ambienti e di acqua industriale.

### **DIN EN 378**

Impianti di raffreddamento e pompe di calore – requisiti di tecnica della sicurezza e di importanza rilevante per la salvaguardia dell'ambiente

Parte 1: Requisiti di base

Parte 2: Definizioni generiche

Parte 3: Classificazione degli impianti di raffreddamento, liquidi refrigeranti e zone di installazione

Parte 4: Scelta dei liquidi refrigeranti

Parte 5: Progettazione strutturale, produzione e materiali

### **DIN EN 1861**

Impianti di raffreddamento e pompe di calore – Flow chart relativi ai sistemi e strumenti – configurazione e simboli

## **Direttive**

VDI 4640 sfruttamento termico del sottosuolo

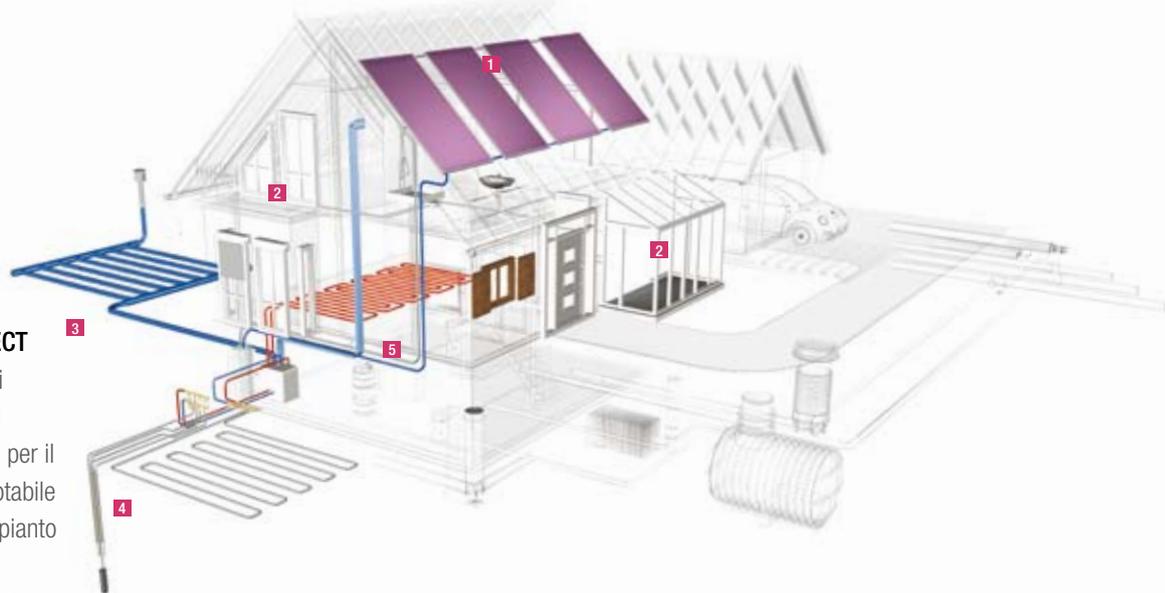
Foglio 1: Fondamenti, autorizzazioni, aspetti ambientali

Foglio 2: Pompe di calore accoppiate al terreno

Foglio 3: Stoccaggio energia termica sotterranea

Foglio 4: Sfruttamento diretto

# SOLUZIONI PER LA “CASA A 0 LITRI”



## 1 Collettori REHAU SOLECT

Il solare termico permette di produrre energia solare e di utilizzarla in modo efficiente per il riscaldamento dell'acqua potabile e come integrazione dell'impianto di riscaldamento.

I collettori sono disponibili in tre varianti per soddisfare al meglio ogni esigenza applicativa.

## 2 Sistemi certificati per case passive

Due soluzioni per l'isolamento termico eccellente: il sistema REHAU Klima-Design con isolamento termico elevato e profondità profilo di 120 mm è il primo e unico portoncino d'ingresso per case passive in materiale polimerico certificato da PHI-Darmstadt.

## 3 Scambiatore termico aria-terra AWADUKT

Lo scambiatore termico aria-terra è la soluzione ideale per una ventilazione controllata. Sfruttando la capacità di accumulo del calore nel terreno, l'aria esterna aspirata viene preriscaldata in inverno e raffreddata in estate per assicurare una temperatura sempre gradevole.

## 4 Sonde e collettori geotermici RAUGEEO

Riscaldamento e raffrescamento efficiente grazie ai sistemi geotermici REHAU: la geotermia consente di ricavare dal sottosuolo fino al 75% del fabbisogno di calore a basso costo.

## 5 Sistemi di riscaldamento/raffrescamento REHAU

REHAU fornisce soluzioni complete e progettate nei minimi dettagli

per soddisfare tutte le esigenze applicative: per il montaggio su pavimenti, pareti e soffitti, per il riscaldamento e il raffrescamento, per la costruzione a umido e a secco. Grazie ai vantaggi della geotermia questi impianti hanno un funzionamento completamente indipendente dalle condizioni climatiche e danno così un contributo importante alla salvaguardia delle risorse naturali.

Il presente documento è coperto da copyright. Tutti i diritti derivanti – in particolare il diritto di traduzione, ristampa, utilizzo di immagini, trasmissione radiotelevisiva, riproduzione tramite dispositivi fotomeccanici o simili e la memorizzazione elettronica – sono riservati.

La consulenza tecnica fornita da REHAU in forma scritta o verbale si basa sull'esperienza acquisita e sulle migliori conoscenze allo stato dell'arte, ma deve essere considerata puramente indicativa. Tutte le condizioni di lavoro e di montaggio sulle quali REHAU non può esercitare alcun controllo escludono qualsiasi

obbligo da parte della stessa. REHAU consiglia di verificare l'idoneità dei propri prodotti all'impiego previsto. Dal momento che l'uso e la preparazione del prodotto avvengono al fuori delle possibilità di controllo di REHAU, la responsabilità è esclusivamente dell'utilizzatore. Per ogni responsabilità si rimanda alle condizioni di fornitura e pagamento di REHAU, consultabili nel sito [www.REHAU.it](http://www.REHAU.it), ivi incluse le richieste di garanzia relative alla qualità costante dei prodotti REHAU in conformità con le specifiche fornite.

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](mailto: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](mailto:Roma@rehau.com) - Filiale di Pesaro - Piazzale Mario Coralloni 7 - 61100 Pesaro PU - Tel 0721 20 06 11 - Fax 0721 20 06 50 - E-mail [Pesaro@rehau.com](mailto: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](mailto:Treviso@rehau.com)