

LA GEOTERMIA PER LA CLIMATIZZAZIONE DEGLI EDIFICI

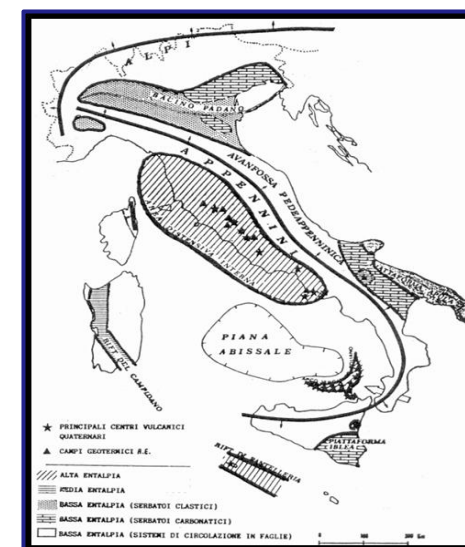
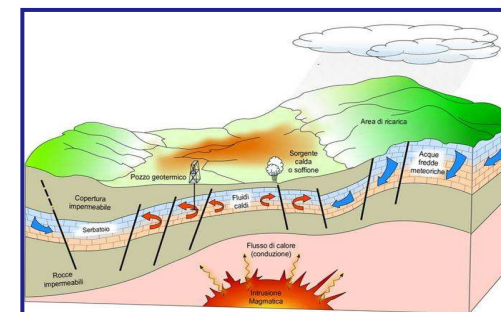
Geotermia: definizioni e generalità

• **Flusso geotermico:** quantità di calore che giunge in superficie dall'interno del pianeta (nucleo e mantello), per poi irradiarsi verso la superficie (crosta terrestre) e quindi verso l'atmosfera. $Q = 0.065 \text{ W/m}$

• **Gradiente geotermico:** determina l'aumento di temperatura con la profondità. Dipendente dalle proprietà termiche del terreno. In media $3^\circ\text{C}/100$. Il gradiente è l'effetto misurabile del flusso di calore proveniente dal nucleo

• **Anomalie geotermiche:** sono legate a contesti geo-strutturali (fasce instabili con risalita di magma, vulcanismo). In queste aree critiche "calde" il gradiente può essere fino a 10 – 15 volte maggiore di quello medio, come ad esempio nella fascia tirrenica centro – meridionale (Toscana – Lazio – Campania)

• **Geotermia:** scienza che si occupa dello studio dello sfruttamento del calore esistente all'interno della Terra



Carta delle potenzialità geotermiche di media e alta temperatura in Italia. (Della Vedova et al.)

Manifestazioni geotermiche naturali maggiormente note



Fenomeni vulcanici e Magmatici

(foto: eruzione Eyjafjallajokull,
Islanda)

Fenomeni idrotermali

(foto: cascate acque calde sulfuree Saturnia)



Soffioni boraciferi e geiser

(foto: Monte
Amiata, Toscana)



Tipologie di applicazioni geotermiche

Alta temperatura ($T > 150^\circ$):

Utilizzo: produzione energia elettrica “classica”

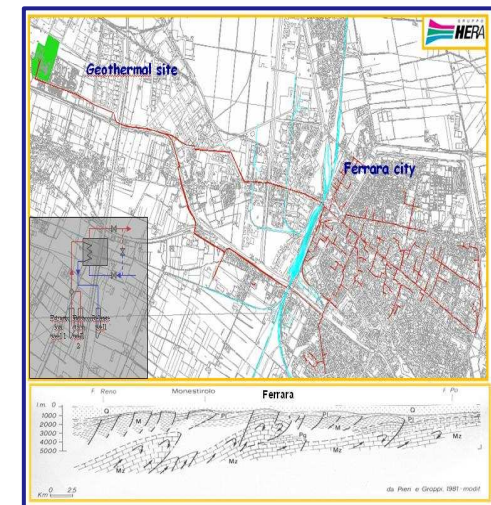
- Zone: Versante Tirrenico (Toscana in particolare, Monte Amiata).
- L'Italia (Eni-Enel) è riferimento nel mondo di questa applicazione.
- Le prospettive di crescita sono localizzate ed interessano pochi (ma importanti) operatori



Media temperatura ($150^\circ > T > 90^\circ$):

Utilizzo: teleriscaldamento (es. Ferrara, Vicenza, Pomarance), usi diretti del calore, produzione energia elettrica “moderna” (cicli binari – tecnologia italiana)

- Zone: in varie regioni di Italia (vedi carta potenzialità geotermiche).
- Ci sono importanti prospettive di crescita che interessano vari settori (distribuzione del calore, usi industriali ecc...)



Gli impianti di geotermia a bassa temperatura (con pompe di calore)

Bassa temperatura ($T < 90^\circ$):

- Utilizzo: produzione di energia termica
- Applicazione: notevoli intervalli di potenza (con acqua di falda più o meno calda e impianti a c.c.)
- Zone: praticamente ovunque (con differenti rese termiche e poche limitazioni ambientali)
- Grandi potenzialità di crescita per analogia ad altri paesi europei

Geotermia per climatizzare gli edifici

- Una particolare applicazione della risorsa geotermica a bassa temperatura
- Una risorsa energetica pulita e rinnovabile
- Contribuisce al risparmio energetico degli edifici (aumento prestazioni energetiche complessive)
- Consente bassi costi di gestione, minima manutenzione, elevato confort e sicurezza



Tipologie di GEOSCAMBIATORI

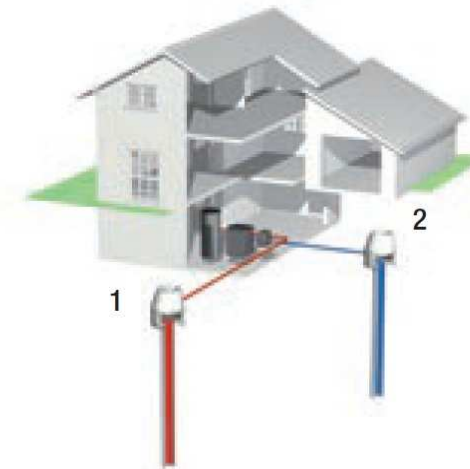
Geotermia a COLLETTORI ORIZZONTALI

- *Area esterna dedicata*
- *Umidità costante*
- *Bassa resa in raffrescamento*



Prelievo acqua di falda (IDROTERMIA)

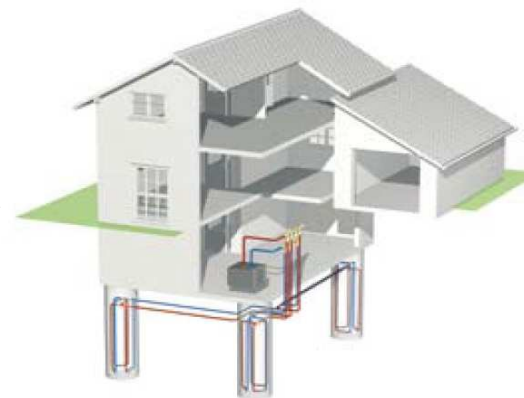
- *Disponibilità di acqua sotterranea*
- *Qualità dell'acqua*
- *Possibilità di ottenere permessi*
- *Problematiche di manutenzione*



Tipologie di GEOSCAMBIATORI

PALI ENERGETICI

- *Edifici con fondazioni profonde*
- *Profondità elevate (> 15 -20 m)*
- *Necessità di lavorazione dedicate, da coordinare con la realizzazione delle fondazioni*



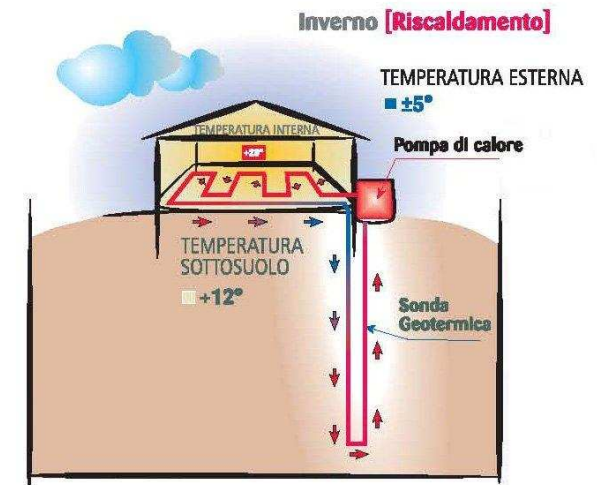
Sonde geotermiche verticali (SGV)

- *Realizzabili (quasi) ovunque*
- *Poca superficie dedicata*
- *Facilità di autorizzazione (bassi impatti ambientali)*
- *Elevati costi iniziali (perforazioni)*
- *Elevati rendimenti*

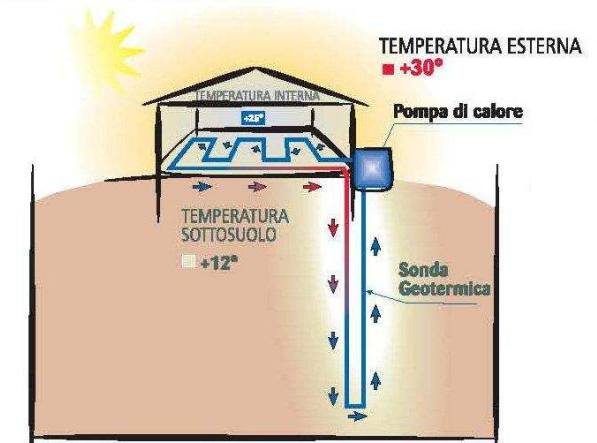


Sonde Geotermiche Verticali: riscaldamento e raffrescamento

- Negli impianti geotermici avviene un prelievo di calore dal terreno per conduzione, mediante un fluido vettore che circola ad una temperatura minore rispetto al terreno circostante.
- La quantità di calore prelevato è funzione delle caratteristiche di conducibilità termica del terreno, della superficie totale di scambio, della differenza di temperatura tra fluido e terreno, dalla portata e della velocità del fluido di circolazione



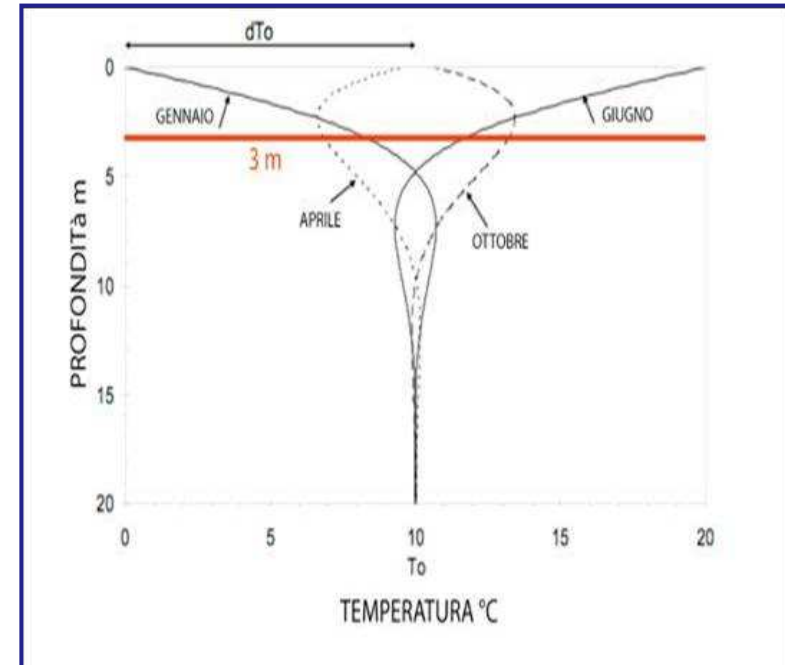
Estate [Raffrescamento]



Sonde Geotermiche Verticali: principi fondamentali

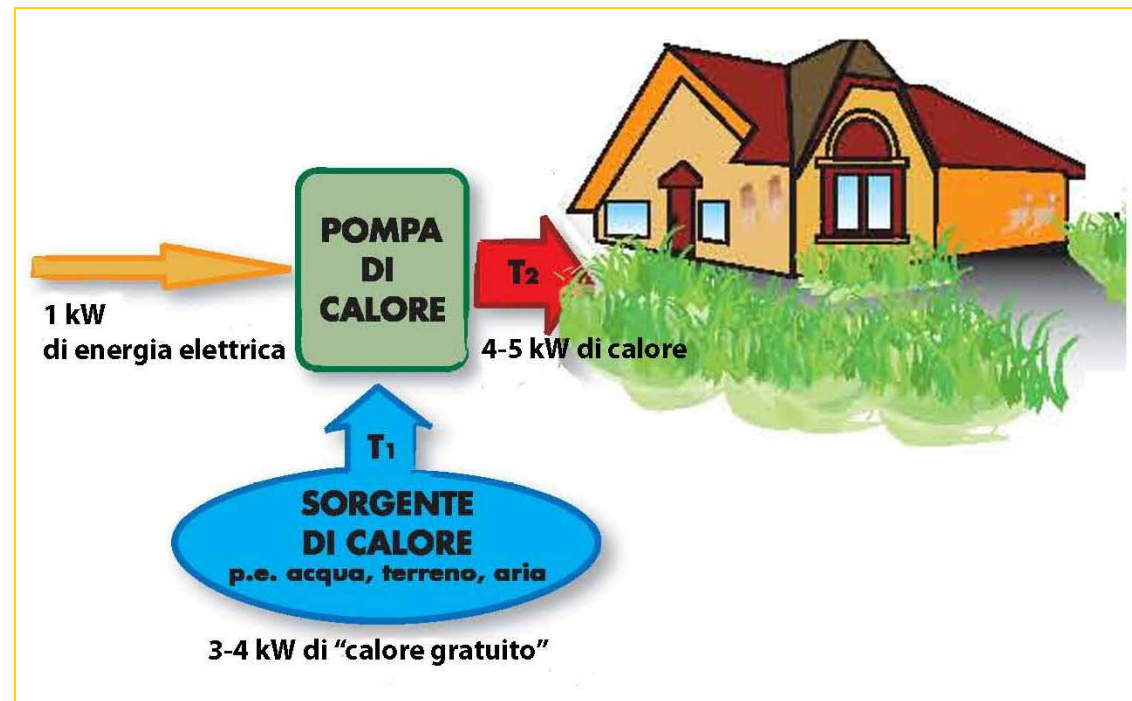
Curve temperatura/profondità

- Influenza stagionale importante a livello superficiale
- Variazione sulla base delle proprietà termiche del terreno
- Diminuzione progressiva di ΔT fino a scomparire a oltre 15 m



In sintesi, a partire da 10-15 metri di profondità in ogni terreno vi è la disponibilità di una massa con temperatura costante pari a circa il valore medio della temperatura esterna dell'aria nel corso dell'anno

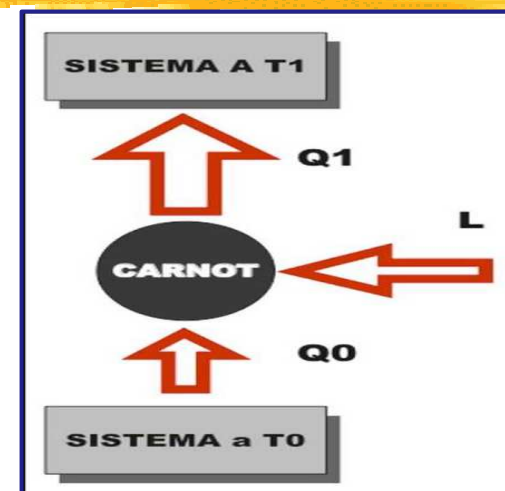
La POMPA di CALORE



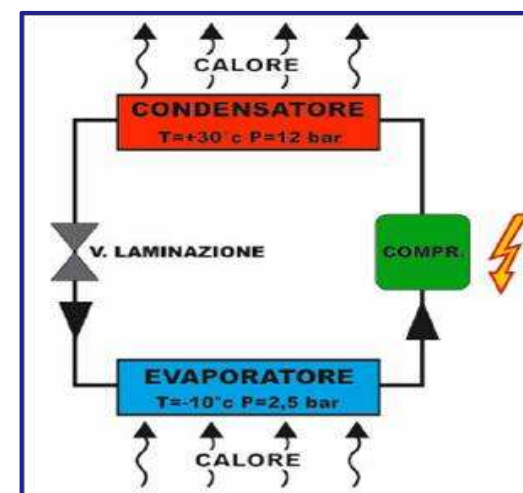
La pompa di calore, grazie all'elevata efficienza, permette di fornire calore ad un ambiente mediante una quota di energia elettrica ed un contributo rilevante "gratuito" del terreno

Pompe di calore principio di funzionamento

- Nel circuito chiuso percorso da un fluido refrigerante avviene un ciclo di Carnot inverso. La macchina è alimentata da corrente elettrica



- Elementi della pompa di calore:
 - Compressore, evaporatore, condensatore e valvola di laminazione. Altri elementi: valvola di inversione del ciclo, filtro antiparticolato, pompa di circolazione



Pompe di calore, tipologie e rendimenti

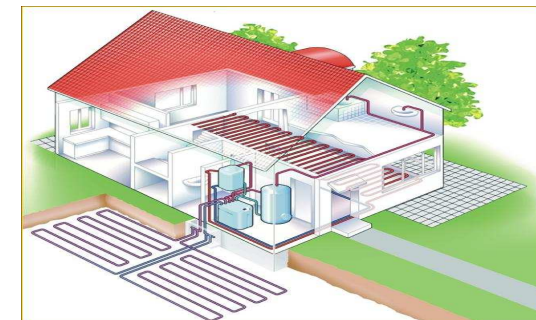
- Pompa di calore aria-acqua
 - Costo contenuto
 - Rendimenti medi
 - Impatti ambientali



- Pompa di calore acqua-acqua
 - Costo intermedio
 - Rendimenti elevati (valutare energia di sollevamento)
 - Maggiori difficoltà autorizzative (attualmente)



- Pompa di calore acqua-terra
 - Costo elevato (perforazioni)
 - Rendimenti elevati
 - Minori impatti ambientali (se ben fatti) e facilità autorizzativa (ora)



Prerequisiti e caratteristiche dell'edificio

- Il primo prerequisito è l'elevata coibentazione dell'edificio.

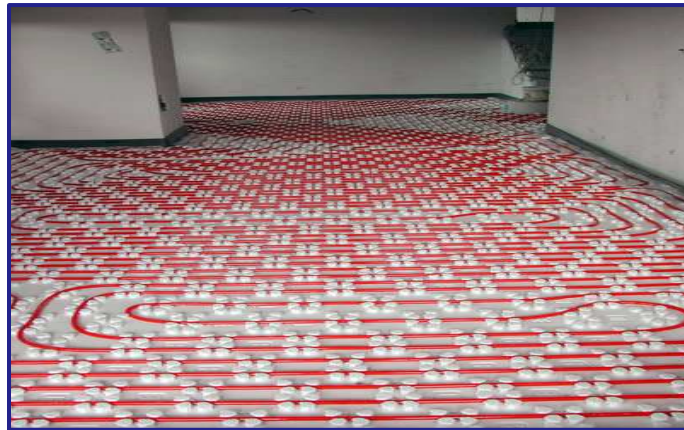


- Gli impianti a pompe di calore geotermiche si adattano bene a edifici con classi energetiche elevate (basse dispersioni)



Prerequisiti – caratteristiche impianto

- Il secondo requisito è la tipologia di distribuzione.



Sistemi diffusi:
Pannelli radianti

Sistemi concentrati:
ventilconvettori

- Gli impianti a pompe di calore geotermiche si adattano bene a impianti a basse temperature (30-40°)



SONDA GEOTERMICA VERTICALE

Tubazione in polietilene a spessore maggiorato, Pe-HD 100 – Pn 16, o polietilene espanso, PE-XA, comprensive di raccordo “U-Bend” adeguatamente saldato ed innestate ad un peso a perdere di circa 30 kg



Sonde geotermiche verticali



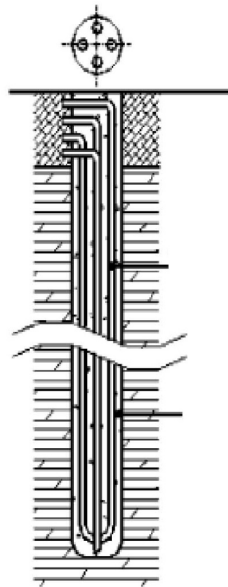
Raccordo “U-Bend”



Peso a perdere innestato alla sonda

SONDA GEOTERMICA VERTICALE

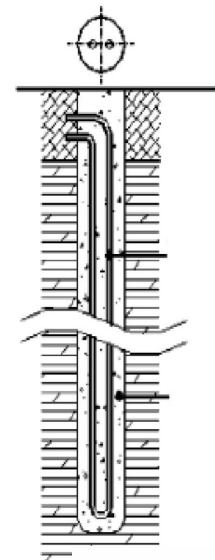
SONDA DOPPIA



Utilizzata in terreni sciolti a minore conducibilità termica



SONDA SINGOLA



Utilizzata in formazioni rocciose a maggiore conducibilità termica



Campo a sonde geotermiche verticali: POSA DELLA SONDA

- Posa della sonda mediante apposito srotolatore dotato di sistema frenante e di protezione a “boccapozzo” per non danneggiare la sonda
- Posa del tubo di cementazione



Installazione
della sonda
all'interno del
foro di
perforazione

Tubo di cementazione



Campo a sonde geotermiche verticali: CEMENTAZIONE DEL FORO

- Cementazione della sonda, tramite tubo e pompa di iniezione dal basso, fino alla fuoriuscita della miscela dalla “boccapozzo”;

- Utilizzo di cementi idonei premiscelati (miscela di cemento bentonite e sabbia a conducibilità termica non inferiore a $1,8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$)



Pompa di iniezione

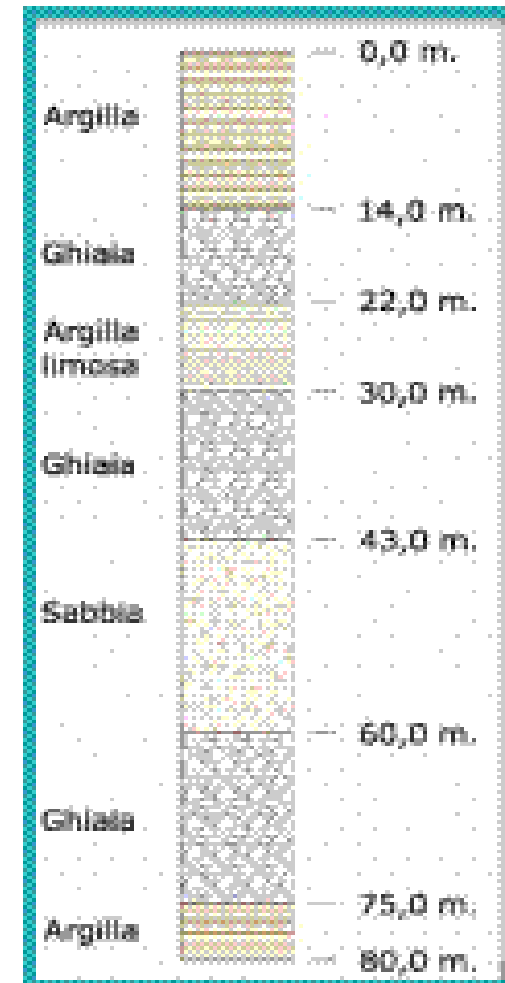
Esempio di
cemento
premiscelato –
Miscela
Termoplast



Direzione lavori

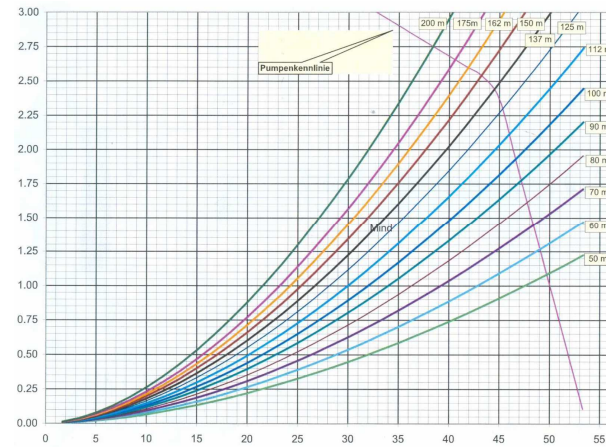
Assistenza e supervisione del geologo di cantiere durante le fasi di perforazione

- Problematiche geologico – ambientali
- Verifica previsione dimensionamento
- Redazione startigrafia sottosuolo tramite analisi dei “cuttings” di perforazione



Verifiche finali di cantiere

- Test di flusso o circolazione



• Diagramma test di flusso

- Test di tenuta o pressione

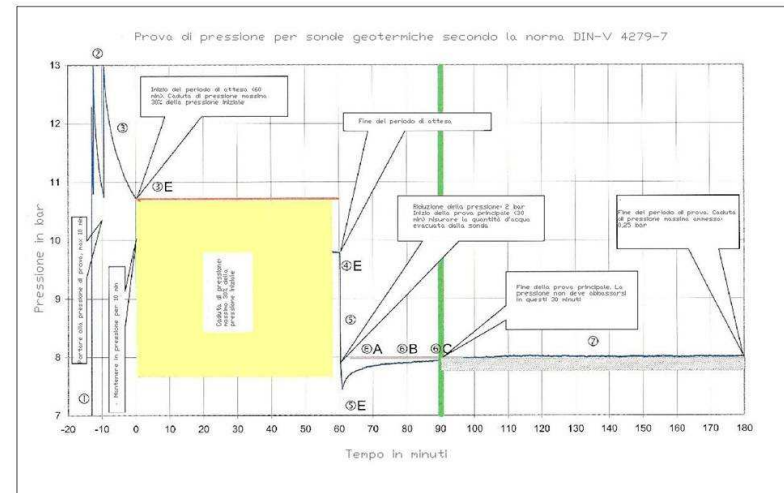
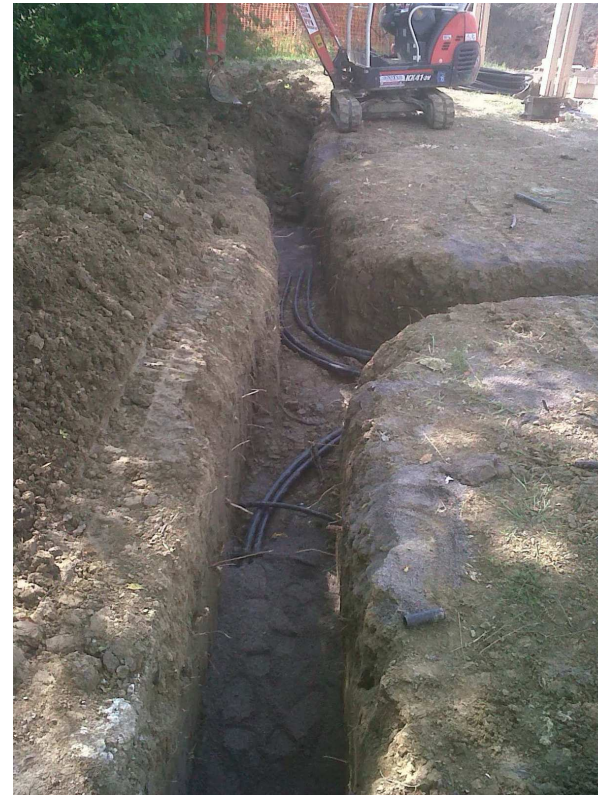


Diagramma test di pressione



Campo a sonde geotermiche verticali: POSA DEI COLLEGAMENTI

- Scavi di sbancamento a trincea di profondità non inferiore a 1,20 m;
- Posa delle tubazioni in un letto di sabbia pulita
- Reinterro



Campo a sonde geotermiche verticali: COLLETTORI

- Connessione delle tubazioni di collegamento di mandata e ritorno ai collettori di mandata e ritorno tramite manicotti elettrosaldati

- Connessione della tubazione di mandata e ritorno in uscita dal collettore (d. 50 mm.) alla pompa di calore nel locale tecnico



Collettore di mandata e ritorno

Aspetti economici

Il costo TOTALE di un impianto geotermico varia tra

1500 – 1800 €/kW

2500 – 3000 €/kW (compreso il locale tecnico)

I costi sono così ripartiti

- | | |
|---|---------|
| •Progettazione e pratiche autorizzative: | 10 % |
| •Perforazione, fornitura e posa in opera SGV: | 40-50 % |
| •Collegamenti orizzontali: | 10-20 % |
| •Locale tecnico: pompa di calore+accessori | 30-40 % |



Consorzio GeoHP

Tutela del consumatore e qualità degli impianti



Mission e Identità

- Tutela e supporto all'orientamento per il cliente finale
- Promozione e diffusione della cultura geotermica
- Standard di qualità degli impianti geotermici
- Creazione di una filiera degli operatori (di varie categorie)

CONSORZIO GEOHP

- Costituzione: anno 2011
- 24 aziende consorziate
- 5 Sezioni: (Progettisti, perforatori, installatori, main contractor, produttori Pdc/comp.)

www.geohip.it



Villetta bifamigliare, Imola

IMPIANTO GEOTERMICO

- Tipologia: 2 sonde verticali profondità 100 m.
- Potenza imp.: 8 kw
- Data Real.: Giugno '08
- In esercizio da: Ottobre. '10
- Monitoraggio "on site"

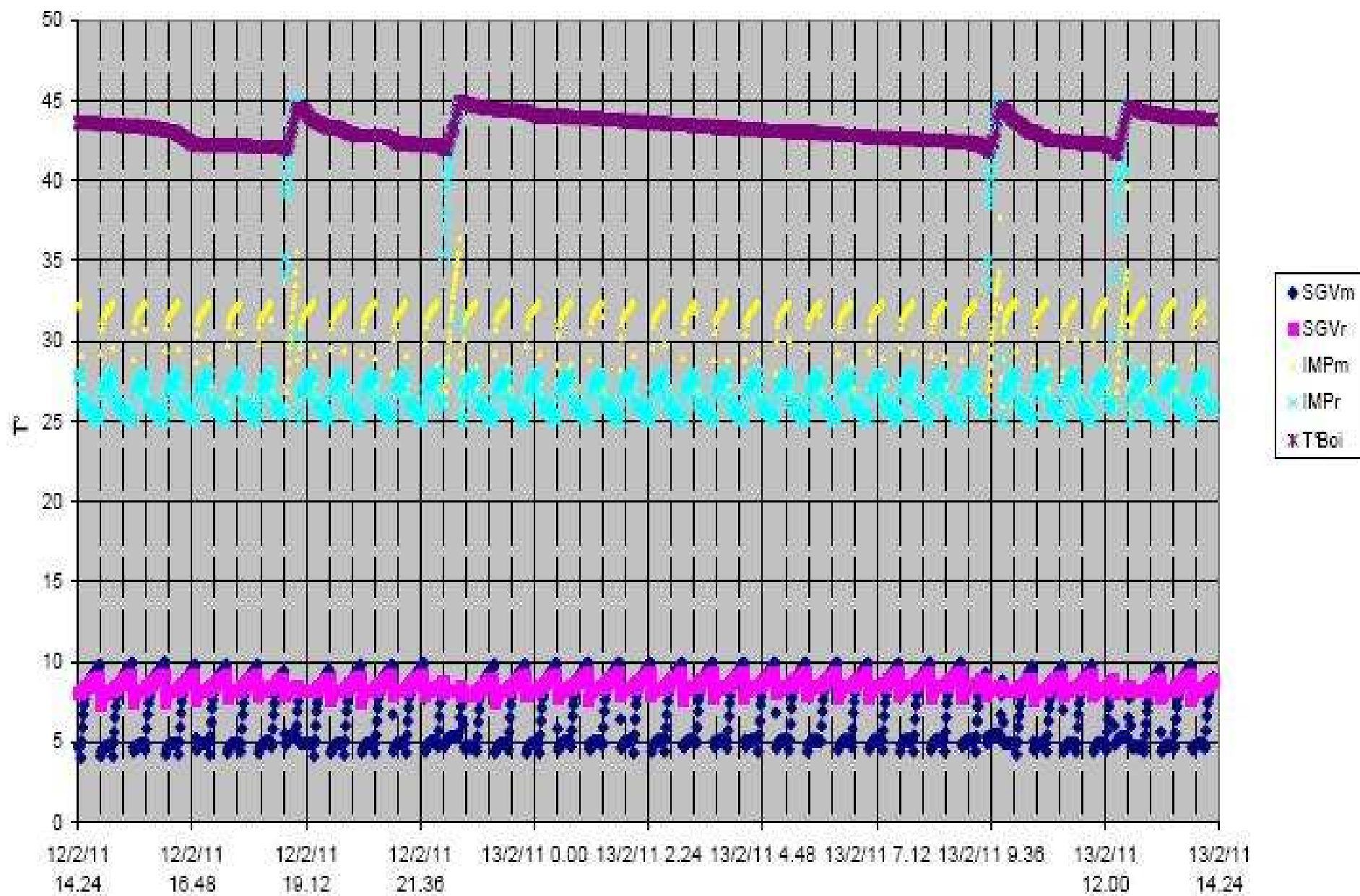


EDIFICIO

- Struttura in Ytong (calce autoclavata)
- Classe energetica "B" (senza geotermia)
- Sup. climatizzata: circa 200 mq.



Registrazione PDC - 12 febbraio '11





12/2/11 14.34

MONITORAGGIO IN TEMPO REALE
DURATA MONIT.:
0.17.53

POMPA DI CALORE SPENTA DA
0.06.18

ENERGIA TERMICA tot
1,14 kWh
ENERGIA ELETTRICA tot
0,26 kWh
COP medio impianto
4,38

Pompa di calore

Compressore
spento
Pot. Termica erogata
0,28 kw
Pot. Elettrica ass.
0,00 kw
COP p.d.c. (ist)
spento



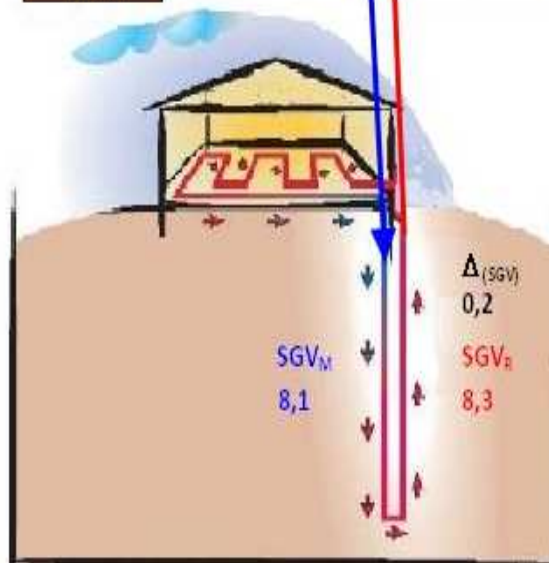
Pompa SGV
spento

RISC_M 26,1

RISC_R 25,9

$\Delta_{(RISC)}$ 0,2

Pompa ric
43 W



Percentuale di accensione
51,85%
Numero di cicli
1
Durata media ciclo
00.16.57

SETPOINT
ACS 45°
ACS_{ste.res.} 2,5°
IMP 28°
IMP_{ste.res.} 3°

13/2/11 14.16

MONITORAGGIO IN TEMPO REALE

DURATA MONIT.: 23.41.31

POMPA DI CALORE SPENTA DA

0.10.36

ENERGIA TERMICA tot

78,14 kWh

ENERGIA ELETTRICA tot

18,79 kWh

COP medio impianto

4,16

Pompa di calore

Compressore
spento

Pot. Termica erogata

0,15 kw

Pot. Elettrica ass.

0,00 kw

COP p.d.c. (ist)

spento



Pompa SGV
spento

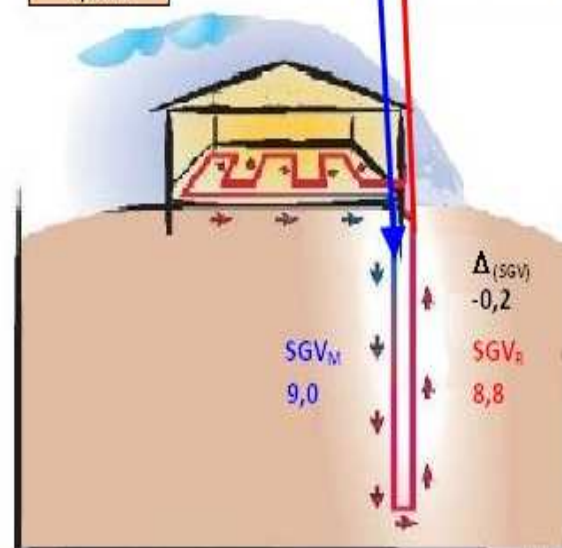
RISC_M 25,8

RISC_R 25,7

$\Delta_{(RISC)}$ 0,1



Pompa ric
43 W



Percentuale di accensione
46,30%

Numero di cicli
44

Durata media ciclo
00.32.42

SETPOINT

ACS 45°

ACS_{ste.res.} 2,5°

IMP 28°

IMP_{ste.res.} 3°

Consumi ACS

	GIORNI ore/gg		Stima produzione ACS			
		h	kW _e (tot)	kwt (tot)	costo (tot)	costo/gg
22-ott	0	h				
23-ott	1	10,00	1,50	5,25	0,24	€ 0,24
12-nov	20	10,26	30,00	105,00	4,80	€ 0,24
03-dic	41	9,97	61,50	215,25	9,84	€ 0,24
05-dic	43	14,06	64,50	225,75	10,32	€ 0,24
09-dic	47	15,00	70,50	246,75	11,28	€ 0,24
13-dic	51	13,44	76,50	267,75	12,24	€ 0,24
18-dic	56	17,75	84,00	294,00	13,44	€ 0,24
27-dic	65	16,81	97,50	341,25	15,60	€ 0,24
30-dic	68	13,96	102,00	357,00	16,32	€ 0,24
08-gen	76	15,94	114,00	399,00	18,24	€ 0,24
17-gen	85	16,88	127,50	446,25	20,40	€ 0,24
23-gen	91	14,27	136,50	477,75	21,84	€ 0,24
09-feb	107	15,55	160,50	561,75	25,68	€ 0,24
19-feb	117	12,25	175,50	614,25	28,08	€ 0,24
27-feb	125	12,66	187,50	656,25	30,00	€ 0,24
07-mar	135	10,31	202,50	708,75	32,40	€ 0,24
15-mar	143	11,95	214,50	750,75	34,32	€ 0,24
22-mar	150	9,46	225,00	787,50	36,00	€ 0,24
30-mar	158	6,95	237,00	829,50	37,92	€ 0,24
06-apr	164	6,56	246,00	861,00	39,36	€ 0,24

Consumi pompa lato impianto

	GIORNI	ore/gg	Pompa circolazione impianto		
			kw_e (tot)	costo (tot)	costo/gg
22-ott	0	h			
23-ott	1	10,00	1,03	0,17	€ 0,17
12-nov	20	10,26	20,64	3,30	€ 0,17
03-dic	41	9,97	42,31	6,77	€ 0,17
05-dic	43	14,06	44,38	7,10	€ 0,17
09-dic	47	15,00	48,50	7,76	€ 0,17
13-dic	51	13,44	52,63	8,42	€ 0,17
18-dic	56	17,75	57,79	9,25	€ 0,17
27-dic	65	16,81	67,08	10,73	€ 0,17
30-dic	68	13,96	70,18	11,23	€ 0,17
08-gen	76	15,94	78,43	12,55	€ 0,17
17-gen	85	16,88	87,72	14,04	€ 0,17
23-gen	91	14,27	93,91	15,03	€ 0,17
09-feb	107	15,55	110,42	17,67	€ 0,17
19-feb	117	12,25	120,74	19,32	€ 0,17
27-feb	125	12,66	129,00	20,64	€ 0,17
07-mar	135	10,31	139,32	22,29	€ 0,17
15-mar	143	11,95	147,58	23,61	€ 0,17
22-mar	150	9,46	154,80	24,77	€ 0,17
30-mar	158	6,95	163,06	26,09	€ 0,17
06-apr	164	6,56	169,25	27,08	€ 0,17

Consumi pompa lato campo sonde

	GIORNI ore/gg		Pompa circolazione sonde		
		h	kw _e (tot)	costo (tot)	costo/gg
22-ott	0				
23-ott	1	10,00	0,43	0,07	€ 0,07
12-nov	20	10,26	8,82	1,41	€ 0,07
03-dic	41	9,97	17,82	2,85	€ 0,07
05-dic	43	14,06	19,03	3,04	€ 0,07
09-dic	47	15,00	21,61	3,46	€ 0,07
13-dic	51	13,44	23,92	3,83	€ 0,08
18-dic	56	17,75	27,73	4,44	€ 0,08
27-dic	65	16,81	34,24	5,48	€ 0,08
30-dic	68	13,96	36,04	5,77	€ 0,08
08-gen	76	15,94	41,52	6,64	€ 0,09
17-gen	85	16,88	48,05	7,69	€ 0,09
23-gen	91	14,27	51,73	8,28	€ 0,09
09-feb	107	15,55	62,43	9,99	€ 0,09
19-feb	117	12,25	67,70	10,83	€ 0,09
27-feb	125	12,66	72,05	11,53	€ 0,09
07-mar	135	10,31	76,48	12,24	€ 0,09
15-mar	143	11,95	80,60	12,90	€ 0,09
22-mar	150	9,46	83,45	13,35	€ 0,09
30-mar	158	6,95	85,84	13,73	€ 0,09
06-apr	164	6,56	87,53	14,00	€ 0,09

Consumi riscaldamento

	GIORNI ore/gg		Stima pompa di calore				
		h	kw _e (tot)	kwt (tot)	kwt _{tot} /mq	costo (tot)	costo/gg
22-ott	0						
23-ott	1	10,00	13,04	58,67	0,29	2,09	€ 2,09
12-nov	20	10,26	268,55	1208,45	6,04	42,97	€ 2,15
03-dic	41	9,97	532,37	2395,67	11,98	85,18	€ 2,08
05-dic	43	14,06	571,10	2569,94	12,85	91,38	€ 2,13
09-dic	47	15,00	654,39	2944,75	14,72	104,70	€ 2,23
13-dic	51	13,44	727,95	3275,78	16,38	116,47	€ 2,28
18-dic	56	17,75	853,47	3840,63	19,20	136,56	€ 2,44
27-dic	65	16,81	1066,18	4797,82	23,99	170,59	€ 2,62
30-dic	68	13,96	1123,79	5057,04	25,29	179,81	€ 2,64
08-gen	76	15,94	1302,05	5859,21	29,30	208,33	€ 2,74
17-gen	85	16,88	1515,73	6820,78	34,10	242,52	€ 2,85
23-gen	91	14,27	1633,85	7352,35	36,76	261,42	€ 2,87
09-feb	107	15,55	1980,65	8912,91	44,56	316,90	€ 2,96
19-feb	117	12,25	2146,06	9657,27	48,29	343,37	€ 2,93
27-feb	125	12,66	2283,45	10275,52	51,38	365,35	€ 2,92
07-mar	135	10,31	2418,70	10884,13	54,42	386,99	€ 2,87
15-mar	143	11,95	2547,33	11462,97	57,31	407,57	€ 2,85
22-mar	150	9,46	2632,75	11847,40	59,24	421,24	€ 2,81
30-mar	158	6,95	2699,11	12145,98	60,73	431,86	€ 2,73
06-apr	164	6,56	2740,22	12331,00	61,65	438,44	€ 2,67

Villetta bifamigliare

Confronto costi di investimento

Impianto geotermico		Impianto tradizionale	
Sonde geotermiche	€ 12.500	Solare termico	€ 4.000
Locale tecnico	€ 12.500	Locale tecnico	€ 10.000
Predisp. Deumid.	€ 1.500	Predisp. Deumid.	€ 1.500
Allaccio 2° contatore	€ 500	Allaccio gas	€ 2.000
		Canna fumaria	€ 500
Totale	€ 27.000	Totale	€ 18.000

Sovracosto iniziale € 9.000 circa (cresce a € 13.000 se non si considera il raffr.)

Villetta bifamigliare , Imola

Confronto costi di esercizio

Impianto geotermico		Impianto tradizionale	
En. Elettrica ACS	€ 110	Gas per ACS	€ 190
En. Elettrica Risc.	€ 510	Gas per riscald.	€ 1.150
En. El. pompa	€ 60	En. El. pompa	€ 60
En. El. Raffresc.	€ 110	En. El. Raffresc.	€ 270
Manutenzioni	€ 60	Manutenzioni	€ 150
Totale	€ 850	Totale	€ 1820

Tempo di ritorno 9-10 anni (aumenta a 15 se non considero il raffrescamento)



GEO-NET S.R.L.
VIA GRIECO, 9/B
40026 IMOLA (BO)

TEL. 0542.628479
FAX 0542.629371

INFO@GEO-NET.IT

**GRAZIE
DELL'ATTENZIONE**

WWW.GEO-NET.IT