



Riscaldare la casa con l'energia della terra

Tutti noi conosciamo le acque termali e i fanghi caldi utilizzati fin dall'antichità per le cure del corpo e oggi più che mai in auge. Ma forse non tutti sanno che il calore della terra può essere utilizzato per riscaldare le nostre case. La Svizzera è all'avanguardia per questo tipo di impianti. La Borsa della Spesa vi propone gli interessanti risultati di un impianto pilota a Lugano seguito dal Laboratorio di Energia, Ecologia ed Economia che ci ha fornito i dati.

Questo test è stato realizzato da:
 Daniel Pahud
 Nerio Cereghetti
 Milton Generelli
 Angelo Bernasconi
 Laboratorio di Energia, Ecologia ed Economia (LEEE), Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design (DACD), Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI), Canobbio.

Sonde geotermiche verticali

Le sonde geotermiche sono scambiatori di calore, installati verticalmente in perforazioni da 50 a 350 m. Un fluido viene pompato in un circuito chiuso e permette d'estrarre energia dal sottosuolo con l'aiuto di una pompa di calore. Queste sonde geotermiche sono installate, chiavi in mano, da imprese specializzate.

In Svizzera esistono più di 30'000 installazioni; ciò rappresenta la più alta densità al mondo per questo tipo di impianti. Le statistiche mostrano che il 70% delle sonde geotermiche hanno una profondità tra gli 80 e 120 m e vengono utilizzate per il riscaldamento d'abitazio-

ni familiari. Da più di 7 anni, lo sviluppo di questa tecnologia conosce una crescita importante (vedi figura 1). Solo nel 2004, la lunghezza totale di tutte le perforazioni per sonde geotermiche superava i 600 km, ripartita per tre quarti in impianti di edifici nuovi e un quarto per risanamenti. L'incremento del numero delle sonde geotermiche corrisponde a circa 4'700 sonde in più.

Sempre a livello nazionale, più della metà delle case di abitazione nuove ha un sistema di riscaldamento con una pompa di calore, di cui quasi la metà sfrutta l'energia geotermica tramite sonde.

Una sonda geotermica può essere in-

La geotermia

Il calore della terra è chiamato geotermia. Questo calore proviene essenzialmente dalla radioattività naturale delle rocce della crosta terrestre e, in piccola parte, dagli scambi termici con le zone più profonde della terra.

A partire da 20 m di profondità, la temperatura del sottosuolo è costante e non dipende più dal giorno o dalla notte, né dalle stagioni. È il flusso di calore presente in profondità che regola la temperatura. In Svizzera, in pianura e nelle valli al di sotto dei 1000 m d'altitudine, questa temperatura varia tra 8 e 13°C. Sotto i 20 m di profondità, la temperatura aumenta di 1°C ogni 33 m circa. Questa risorsa geotermica può essere utilizzata per riscaldare abitazioni familiari, gruppi di case, piccoli immobili, municipi, scuole, ecc. Numerose tecniche possono essere utilizzate per trarre vantaggio da questa energia permanentemente disponibile.

Il sistema più diffuso in Svizzera è rappresentato dalla sonda geotermica verticale.

Per saperne di più consultate il sito: www.geothermal-energy.ch

Contatti e informazioni

Centro ticinese di promozione della geotermia (CTPG)

Dr. Daniel Pahud

LEEE – DACD – SUPSI

6952 Canobbio

daniel.pahud@geothermal-energy.ch

Siti internet

Promozione della geotermia

www.geothermal-energy.ch

Gruppo promozionale svizzero per le pompe di calore (GSP)

www.pac.ch

stallata in quasi tutti i tipi di formazioni rocciose. Tuttavia, la sua realizzazione sottostà alle procedure di domanda di costruzione, nell'ambito delle quali essa viene valutata in base alla legislazione sulla protezione delle acque sotterranee.

Terminata la perforazione, generalmente si inseriscono fino in profondità due tubi a U in polietilene. Lo spazio vuoto restante viene riempito con una miscela di "bentonite" e cemento, per assicurare un buon contatto termico tra i tubi e la parete della perforazione. Il fluido circolante nella perforazione accumula calore e fornisce energia geotermica a una pompa di calore (PdC).

Le pompe di calore (PdC)

Le pompe di calore funzionano in base allo stesso principio della macchina frigorifera (unità di raffreddamento nei frigoriferi); tuttavia al contrario di quest'ultima non è utilizzata la capacità di raffreddamento "generata", ma quella di riscaldamento "ceduta".

Una fonte di calore con un livello di temperatura relativamente basso (acqua sotterranea, suolo, acqua di scarico, acque superficiali, aria di scarico, aria esterna) è raffreddata tramite uno scambiatore di ca-



Figura 1: Andamento della lunghezza totale delle perforazioni di sonde geotermiche all'anno (fonte GSP).

lore. A tal fine, si utilizza un fluido refrigerante che evapora a bassa pressione (nell'evaporatore). Il fluido refrigerante circola in un circuito chiuso. Per poter utilizzare l'energia prelevata dalla fonte di calore, il vapore termovettore che fuoriesce dall'evaporatore è aspirato e portato ad alta pressione nel compressore. Durante questa operazione, la temperatura aumenta sensibilmente. L'energia necessaria è immessa nel compressore sotto forma di forza motrice attraverso un motore. Alla temperatura ora relativamente ele-

vata, il fluido termovettore è ricondensato in un altro scambiatore di calore (condensatore), mentre il calore assorbito dall'evaporatore e dal compressore è ceduto a un sistema di riscaldamento. All'uscita del condensatore, il fluido termovettore allo stato liquido riprende la pressione originale passando attraverso la valvola d'espansione (vedi figura 2 a pagina 26). A una parte di elettricità si aggiungono da due a quattro parti di calore sottratto dalla fonte di calore (ad esempio il suolo tramite una sonda geotermica).

Progetto pilota e di dimostrazione – Sede della Fondazione UomoNatura

Una casa di abitazione (circa 250 m²), parzialmente adibita ad ufficio, ospita la sede della Fondazione UomoNatura a Lugano – Loreto. In occasione del cambiamento della vecchia pompa di calore aria-acqua, il proprietario della casa ha deciso di sfruttare l'energia geotermica e quella solare con un nuovo sistema nel quale una pompa di calore di 14 kW termici (B0/W35), abbinata con 3 sonde geotermiche di lunghezza pari a 80 m, riscalda la casa. Al riscaldamento contribuiscono anche dei collettori solari termici (superficie di 7,8 m²), dimensionati per la produzione di acqua calda sanitaria. Durante la stagione estiva, l'energia superflua prodotta dai collettori viene direttamente scaricata nel terreno tramite le sonde geotermiche.

Le 3 sonde geotermiche sono

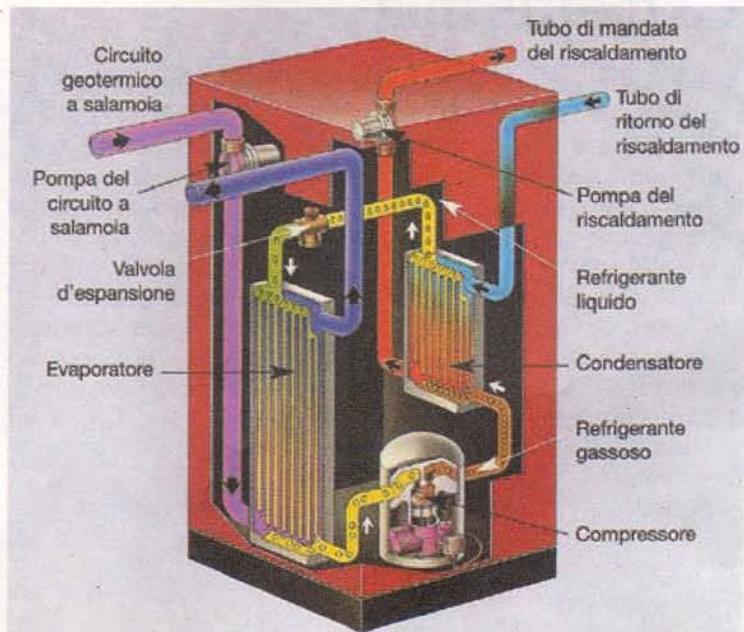


Figura 2: Funzionamento di una pompa di calore.

state inserite, tramite perforazione, nel piccolo viale sul lato Ovest della casa (vedi figura 3). La distanza minima tra le sonde è di 8 metri.

Dopo l'installazione delle sonde la situazione iniziale può essere ristabilita (vedi figura 4). L'impatto visivo e fonico è inesistente.



Figura 3: Perforatrice e tubi a U per le sonde geotermiche (foto LEEE-DACD-SUPSI)



Figura 4: Sonde geotermiche, rispetto totale per l'ambiente (foto LEEE-DACD-SUPSI)

Impianto di riscaldamento e prestazioni energetiche

Data la caratteristica "pilota e dimostrativa" dell'impianto, il Laboratorio di Energia, Ecologia ed Economia della SUPSI (Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana), in collaborazione con l'Università di Ginevra, ha avviato un progetto di ricerca applicata. Gli obiettivi principali consistevano nel misurare le prestazioni energetiche delle sonde e della pompa di calore durante il funzionamento reale e nell'analizzare l'effetto della ricarica parziale del sottosuolo tramite le sonde geotermiche. La campagna di rilevamento, durata 2 anni, è stata completata da simulazioni termiche dinamiche dettagliate per poter rispondere agli obiettivi dello studio.

Le prestazioni termiche dell'impianto sono risultate sempre molto buone e non è stato rilevato nessun abbassamento di prestazione. Il coefficiente di prestazione medio annuo (COPA) per la pompa di calore raggiunge un valore di quasi 4, vale a dire che un chilowattora (kWh) elettrico acquistato per azionare l'impianto permette di distribuire 4 chilowattora di calore nella casa. Il modello di PdC impiegato ha un "label" di qualità e i rilevamenti confermano le prestazioni termiche dichiarate dal fabbricante. Il coefficiente di prestazione (COP)

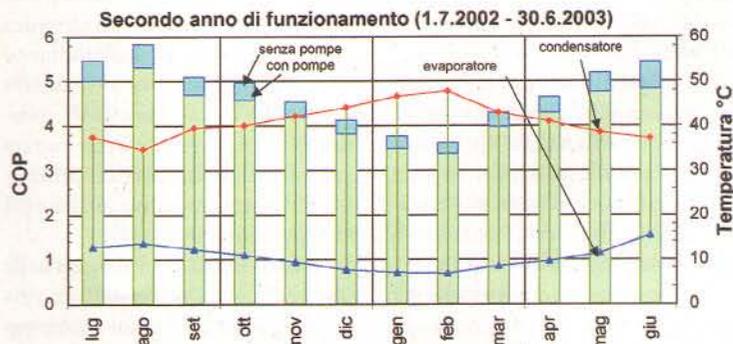


Figura 5: Coefficiente di prestazione (COP) mensile misurato della pompa di calore (secondo anno di funzionamento). Sono riportate anche le temperature medie mensili all'uscita del condensatore e all'entrata dell'evaporatore.

mensile varia da 3.5 a 5.5 (vedi figura 5).

I guadagni solari non utilizzati per la produzione di acqua calda permettono di ricaricare parzialmente il suolo (con il 20% dell'energia annuale da esso estratta). L'analisi dell'effetto della ricarica ha mostrato che il miglioramento del coefficiente di prestazione medio annuo della PdC rimane modesto e non basta a compensare l'energia elettrica supplementare della pompa di circolazione per l'iniezione dei guadagni solari nel terreno. In ogni caso le prestazioni globali dell'impianto sono solo leggermente ridotte (1 a 2%). Questo dimostra che la ricarica solare del terreno può essere

una soluzione interessante per evitare il surriscaldamento del fluido nei collettori solari.

Valutazione economica

Il modello di simulazione, calibrato sui rilevamenti effettuati, permette di riprodurre le prestazioni termiche dell'impianto senza il contributo solare e quindi di valutare singolarmente l'impianto geotermico dal punto di vista economico. È stata realizzata una valutazione economica semplificata basata sui costi annui dell'impianto. Questi ultimi sono composti da costi per l'energia elettrica, dei costi fissi e dei costi per l'ammortamento dell'investimento. I costi dell'investimento legati all'impianto geotermico della Fondazione UomoNatura sono elencati nella tabella 1.

Il costo annuale legato all'investimento è calcolato su una durata di vita di 18 anni per la pompa di calore e di 50 anni per le sonde geotermiche, con un tasso di interesse del 3%. I costi annui fissi sono composti dall'assicurazione dell'impianto, dalla tassa d'abbonamento per la fornitura di potenza elettrica dell'Azienda Elettrica e dalla manutenzione, ridotta al minimo con un

Tabella 1: Costi di investimento legati all'impianto geotermico analizzato (materiale, montaggio e messa in servizio)

Pompa di calore salamoia-acqua (14 kW termici a BOW35)	10'000 fr.
Elettricista	1'500 fr.
Sonde geotermiche (3 x 80 m)	14'500 fr.
Installatore (materiale, antigelo e montaggio dell'impianto)	4'000 fr.
Totale investimento	30'000 fr.

impianto con sonde geotermiche. Infine, il costo dell'energia elettrica è stato calcolato con un prezzo misto (giorno - notte) pari a 13 ct/kWh.

A scopo di paragone, è stata effettuata una valutazione economica di un impianto a nafta e a gas, basato su dati pubblicati dai siti internet www.petrolio.ch e www.gas-naturale.ch inserendo costi attendibili per le diverse posizioni indicate.

L'investimento comprende, per una durata di vita di 18 anni, la caldaia, la regolazione, il montaggio e la messa in servizio. A questi costi si devono aggiungere quelli per il camino, il locale per la cisterna della nafta o l'allacciamento alla rete del gas per una durata di vita di 35 anni. I costi annui fissi per un impianto a nafta o a gas sono composti da quelli per il servizio di manutenzione, per i controlli obbligatori della combustione, per il lavoro di pulizia della canna fumaria, per l'elettricità per il funzionamento dell'impianto e per l'assicurazione dell'impianto stesso. Per la nafta va aggiunto la revisione della cisterna e per il gas la tassa per l'abbonamento all'Azienda Industriale.

I costi dell'energia sono basati sui prezzi medi del 2004, con fr. 50.50 per 100 litri di nafta e 6.6 ct./kWh per il gas. L'energia termica annuale prodotta dall'impianto ammonta per il caso in analisi a 30'000 kWh. La quantità di combustibile impiegato è determinata con un'efficienza media annuale dell'85% per l'impianto a nafta e del 95% per l'impianto a gas.

I costi annui sono elencati nella tabella 2 con il costo dell'energia termica prodotta. Questi costi sono da considerare a titolo indicativo così da permettere un confronto. Non sostituiscono l'allestimento di un preventivo in un caso concreto.

Nel caso analizzato, il costo dell'energia dell'impianto geotermico appare concorrenziale a quello di un impianto tradizionale, anche senza una tassa sulle emissioni nocive (tassa sul CO2). Tuttavia l'investimento, sensibilmente più elevato nel caso dell'impianto geotermico, è spesso percepito come un fattore dissuasivo, malgrado la durata di vita molto elevata delle sonde geotermiche. L'investimento dell'impianto geotermico ammonta a circa 2'000 fr. per ogni kW di potenza per il riscal-

damento. È dunque importante eseguire un dimensionamento corretto dell'impianto. Un calcolo più dettagliato permette quindi un risparmio non indifferente sui costi d'investimento per questo tipo d'impianto.

Una casa monofamiliare nuova e ben isolata avrà un fabbisogno di potenza notevolmente più basso che quello della Fondazione UomoNatura. Quasi la metà delle case monofamiliari nuove hanno un fabbisogno di potenza inferiore ai 7 kW. Di conseguenza il minor investimento per l'impianto geotermico, contrariamente a un impianto tradizionale, sarà sensibilmente inferiore. Un altro fattore che favorisce un impianto con pompa di calore rispetto a un impianto tradizionale è l'entrata in vigore del Decreto esecutivo sui provvedimenti di risparmio energetico nell'edilizia che, con le esigenze accresciute, penalizza un impianto tradizionale a combustibile perché impone che il 20% dell'energia impiegata per riscaldare provenga da vettori energetici rinnovabili, eccezion fatta per la riduzione del fabbisogno attraverso un maggiore isolamento termico.

Tabella 2: Costi dell'energia prodotta con l'impianto geotermico. I valori relativi agli impianti a nafta e a gas sono elencati a titolo di paragone

	Impianto geotermico	Impianto a nafta	Impianto a gas
Investimento	fr. 30'000	fr. 18 - 21'000	fr. 13 - 15'000
Costo annuale dell'investimento	fr. 1'550	fr. 1'150 - 1'320	fr. 800 - 940
Costi annui fissi	fr. 150 - 300	fr. 600 - 640	fr. 570 - 600
Costo annuale dell'energia	fr. 1'000	fr. 1'770	fr. 2'080
Totale dei costi annuali	fr. 2'700 - 2'900	fr. 3'500 - 3'700	fr. 3'500 - 3'600
Costo dell'energia termica prodotta	9 - 10 ct/kWh	circa 12 ct/kWh	circa 12 ct/kWh