

Il calore della terra : un'energia pulita e durevole per tutti

Editoriale

Il congresso mondiale di geotermia WGC2005 si è svolto ad Antalya (Turchia) nello scorso mese di aprile. Questo evento ha luogo ogni cinque anni ed è stato organizzato in collaborazione con l'Associazione Internazionale di Geotermia (IGA) e l'Associazione turca di geotermia.

Possono essere rilevati alcuni fatti salienti della geotermia odierna. Nel dominio della produzione di elettricità, 24 paesi fabbricano attualmente corrente elettrica tramite la geotermia, rappresentando una potenza installata totale di 9'000 MW elettrici (12% di crescita dal 2000). Si assiste anche ad una progressiva privatizzazione della produzione di elettricità per mano della geotermia. Per quanto riguarda la tecnologia dei sistemi geotermici stimolati (EGS), non è ancora arrivata allo stadio industriale, ma fra quattro anni tre progetti EGS saranno concretizzati tramite la costruzione di una centrale pilota (a Soulz in Alsazia, nel Cooper Basin in Australia e a Basilea). In presenza di risorse geotermiche tra 100 e 150° C, vengono realizzate, in zone urbane di diversi paesi, delle installazioni accoppiate per la produzione di elettricità e di calore.

Infine, nel dominio dell'utilizzo diretto delle risorse geotermiche, 71 paesi hanno installato una potenza totale di 28'000 MW termici (16% di crescita dal 2000). Considerando la potenza installata per abitante, la Svizzera è ben piazzata con il suo 5° posto nella classifica mondiale. Tra gli impianti geotermici a bassa temperatura, quelle accoppiate a delle pompe di calore hanno il tasso di crescita più elevato.

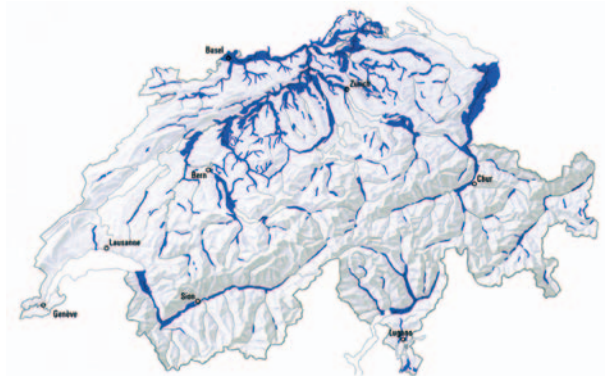
Questo numero di **Info-Geotermia** è dedicato allo sfruttamento del calore naturale delle acque sotterranee captate negli acquiferi di piccola profondità. Una pompa di calore sfrutta il calore estratto dalle acque sotterranee, il che permette il riscaldamento a bassa temperatura di edifici e diversi locali.

F.-D. Vuataz

Scaldare grazie alle acque sotterranee : l'esempio del canton Argovia

Le acque sotterranee : una fonte di calore a malapena utilizzata

Le fonti principali di acque sotterranee della Svizzera si trovano principalmente nella zona delle prealpi, cioè sull'altopiano, ma anche nelle valli alpine, come per esempio le valli del Reno e del Rodano. Queste valli sono in gran parte costituite da ghiaia permeabile, nella quale si accumulano acque meteoriche provenienti dalle alture vicine, e che sono man mano drenate dalle grandi reti fluviali. I riempimenti di ghiaia raggiungono degli spessori di circa 60 m. Nella parte bassa, questi depositi di ghiaia sono saturi di acqua e non è raro che l'altezza di queste acque sotterranee raggiunga i 30-40 m.



Carta delle risorse d'acqua sotterranea nei sedimenti mobili (riprodotta con l'autorizzazione dell'UFAEG, 16.06.05)

La temperatura delle acque sotterranee varia scarsamente durante l'anno e si situa tra i 10 e i 12° C sull'Altipiano, e tra gli 8 e i 10° C nelle valli alpine. Questa fonte di calore costante è particolarmente utile per degli impianti di riscaldamento di edifici. È necessario comunque prestare attenzione al fine che l'acqua sotterranea non venga inquinata dal processo di utilizzo e che la sua temperatura non sia modificata oltre 3° C nel corso delle stagioni nella zona acquifera interessata dall'impianto geotermico. Le autorità cantonali hanno la competenza per dare tutte le autorizzazioni necessarie alla realizzazione di un impianto geotermico con pompa di calore alimentata da acque sotterranee.

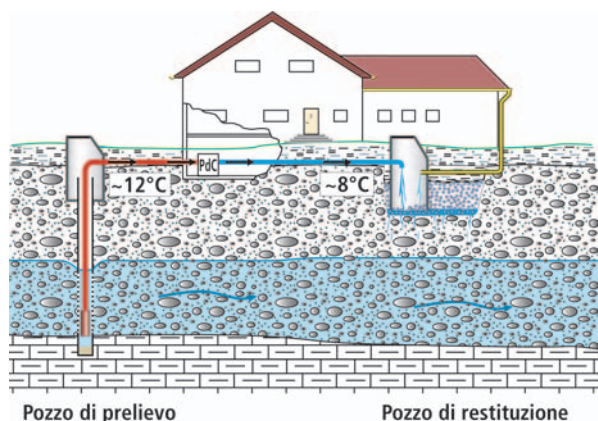
Principio di utilizzo del calore delle acque sotterranee

L'acqua sotterranea è sfruttata tramite una perforazione e una pompa ad immersione che la conduce in una centrale di riscaldamento. Nella centrale una pompa di calore (PdC) estrae l'energia dall'acqua sotterranea e la fornisce al sistema di riscaldamento innalzando le temperature di mandata al valore richiesto.

In seguito, l'acqua sotterranea raffreddata è restituita alla falda acquifera per mezzo di un pozzo di reiniezione. Laddove la ghiaia permeabile si trova immediatamente sotto la superficie del suolo, la reiniezione può limitarsi ad un pozzo scavato poco in profondità. Spesso si approfitta della presenza di un pozzo perdente dell'acqua dei tetti che partecipa alla re-alimentazione delle acque sotterranee.

Per evitare un raffreddamento continuo dell'acqua sotterranea, i pozzi di prelievo e di restituzione dell'acqua devono assolutamente situarsi a monte, rispettivamente a valle del flusso sotterraneo.

Schema di un impianto di prelievo d'acqua sotterranea tipo per il riscaldamento di un edificio (grafico EBERHARD & Partner AG)



Edificio dei pompieri a Sisseln

È nell'estate 2002 che il riscaldamento ad olio combustibile dell'edificio dei pompieri (officina e abitazione) nel comune di Sisseln è stato rimpiazzato al 100% da un impianto con pompa di calore alimentata da acque sotterranee. L'edificio si trova sopra una falda acquifera con uno spessore di 10 m. Il livello dell'acqua, prima della ristrutturazione, saliva a volte oltre la platea dell'edificio.

Nel corso della trasformazione secondo lo standard MINERGIE®, un pozzo per le acque luride esistente, che giaceva a livello dell'acqua sotterranea, è stato aperto verso quest'ultime. In seguito le condotte di scarico esistenti sono state chiuse e nel pozzo sono state installate sia la pompa di abbassamento controllata in funzione del livello della falda, sia la pompa ad immersione necessaria per il funzionamento con pompa di calore. Grazie a questa combinazione, è ora possibile mantenere l'acqua sotterranea al disotto della platea; inoltre questa combinazione permette il riscaldamento di tutto l'edificio in modo ecologico.

L'impianto, che ha una produzione di calore annuale di circa 50 MWh, e una potenza termica di 21 kW per una durata d'impiego di 2'400 ore l'anno, consuma in media 6 m³ d'acqua sotterranea all'ora durante l'uso della pompa di calore. Con una temperatura di 10.5-12.5° C, l'acqua sotterranea attraversa direttamente l'evaporatore della pompa di calore (senza scambiatore intermedio), ed è raffreddata di 3.5° C (ΔT). Poi, nel circuito di riscaldamento, la temperatura dell'acqua viene innalzata in media a 45° C. Il coefficiente di prestazione annuo (COPA) dell'impianto raggiunge un valore di 4, e un'analisi del sistema ha mostrato che quest'ultimo potrebbe ancora essere migliorato, elevando lievemente il ΔT .



Edificio dei pompieri con appartamenti a Sisseln (foto EBERHARD & Partner AG)

Banca Valiant di Suhr

La nuova costruzione dell'istituto bancario Valiant di Suhr (AG) è stato terminato nel 2003. Sotto l'edificio, a una profondità di 12 m, si trova una falda acquifera dello spessore di 17 m e con una temperatura di 11-12° C. Sulla base di queste osservazioni, è stato deciso di coprire l'intero fabbisogno di riscaldamento dell'edificio con un impianto con pompa di calore alimentata da acque sotterranee. In aggiunta, durante l'estate gli uffici sono raffreddati dall'acqua sotterranea per mezzo di uno scambiatore di calore a placche.

Con l'ausilio di solette termoattive (TABS), l'edificio è riscaldato e raffreddato in maniera efficiente. Questi moduli TABS, composti da condotte con acqua, sono inseriti nei pavimenti e nei soffitti. Durante l'estate permettono di stoccare provvisoriamente il calore della giornata e di evacuarlo durante la notte. In inverno, lo stesso sistema fornisce il calore geotermico necessario al riscaldamento. In estate, le temperature di andata e ritorno dei circuiti raggiungono 27° C, risp. 30° C, mentre in inverno raggiungono 21° C, risp. 16° C. L'acqua sotterranea perde 4° C nella stagione invernale e guadagna 5° C nel periodo estivo.

Con questo impianto si riesce ad ottenere, senza utilizzare nessuna macchina frigorifera, un raffreddamento «dolce» (free cooling) con una potenza di 67 kW. Durante



Banca Valiant di Suhr (foto EBERHARD & Partner AG)

l'inverno, è una potenza equivalente che è sottratta dalla falda per alimentare la pompa di calore. Inoltre, questo equipaggiamento si caratterizza per la sua economicità e la sua alta efficacia energetica. Il riscaldamento dell'appartamento dell'attico avviene mediante delle serpentine.

La chiesa cattolica e la curia di Bremgarten

Un vecchio impianto di riscaldamento a olio combustibile della chiesa cattolica e della curia di Bremgarten (AG) è stato rimpiazzato al 50% da un impianto con pompa di calore alimentato da acque sotterranee. Gli edifici in questione si trovano nella città vecchia, all'interno di un meandro della Reuss, e poggiano su una falda acquifera di debole spessore che scorre da Sud-Ovest verso Nord-Est di questo meandro. Questa falda è caratterizzata da uno spessore di soltanto 1.5 m, che si riduce ulteriormente a 30-40 cm nei periodi di secca. Date queste forti fluttuazioni di spessore della falda, il flusso potenziale di produzione d'acqua varia considerevolmente. Un'iniezione diretta dell'acqua sotterranea della PdC, come nel caso di Sisseln, non è possibile in queste condizioni, dato che la PdC esige un flusso costante. Di conseguenza è stato inserito un circuito intermedio con uno scambiatore di calore.

Il sistema di riscaldamento coperto dalla PdC ha una richiesta termica annuale di circa 100 MWh e una potenza termica di 25 kW per una durata d'utilizzo di 4'000 ore l'anno. Durante il funzionamento della PdC, l'impianto di pompaggio nella falda produce da 5.4 a 0.6 m³ all'ora ad una temperatura dell'acqua sotterranea tra i 9.5 e i 14.5° C. L'acqua è raffreddata di 3-6° C prima di essere rimessa nella falda. Le temperature sono trasferite alla PdC per mezzo del circuito inter-



Chiesa cattolica e curia di Bremgarten (foto EBERHARD & Partner AG)

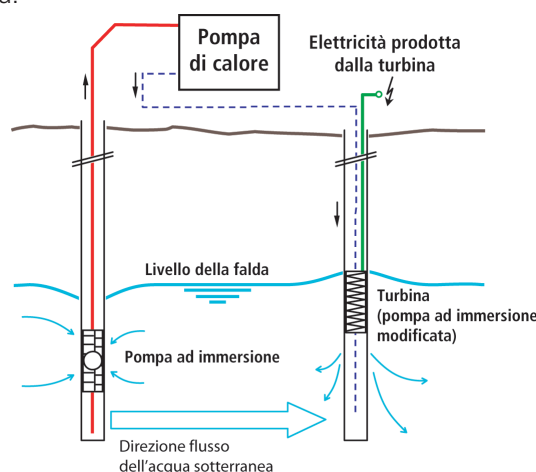
Edificio abitativo e commerciale Elektro-Güller AG di Würenlos

Il fabbisogno di calore dell'edificio, costruito nel 2004 nella Juchstrasse a Würenlos (AG), sono interamente coperti da un impianto con pompa di calore

Caratteristiche tecniche di quattro impianti geotermici nel canton Argovia, basato sul calore delle acque sotterranee accoppiate a pompe di calore

Edificio	Edificio dei pompieri	Banca Valiant	Chiesa e curia	Elektro-Güller AG
Località	Sisseln	Suhr	Bremgarten	Würenlos
Tipo di edificio	Abitazione, officina	Edificio d'uffici	Chiesa, abitazione	Ufficio, abitazione
Superficie di riferimento energetico SRE (m ²)	713	2'410	780 + 720	2'531
Falda acquifera				
Profondità della perforazione (m)	5 (pozzo)	30	6	61
Profondità dell'acqua sotterranea (m)	3	12	3.5	47
Spessore della falda (m)	10	17	1.5 / 0.3	14
Portata (m ³ /h)	6	17	5.4 - 0.6	23
Pompa di calore (PdC)				
Potenza all'evaporatore (kW)	14	53	20	52
Potenza termica / frigorifera (kW)	21 / -	67 / 67	25 / -	62 / -
Ore di funzionamento annuali (h)	2'400	1'640	4'000	2'600
Fabbisogno termico (MWh/anno)	50	110	100	168
Coefficiente di prestazione annuo (COPA)	4.0	4.7	3.8	3.0
Grado di copertura della PdC (%)	100	100	50	100
Messa in servizio	2002	2003	2002	2004

che utilizza acque sotterranee. In un futuro prossimo, è in previsione di connettere a questo impianto alcuni immobili nelle vicinanze che attualmente devono ancora essere ristrutturati. L'edificio è situato sopra una falda con uno spessore di 10 m, localizzata ad una profondità di 50 m. È dunque stato necessario realizzare una perforazione di 60 m per allacciarsi all'acqua sotterranea. Siccome le formazioni geologiche superficiali non sono permeabili, si è dovuto eseguire un'altra perforazione della stessa profondità a valle per assicurare la restituzione dell'acqua raffreddata.



Schema dell'impianto geotermico di Würenlos con una pompa ad immersione modificata in turbina per produzione elettrica (grafico EBERHARD & Partner AG)

La pompa ad immersione necessaria alla fornitura di acqua sotterranea è situata a 55 m di profondità nella perforazione di prelievo. Di conseguenza, una parte importante del consumo di elettricità per il funzionamento dell'impianto è dovuta alla grande

altezza di pompaggio dell'acqua sotterranea. Per compensare questi consumi di corrente elettrica, una pompa ad immersione, modificata in turbina elettrica, è stata installata nel pozzo di reiniezione a 45 m di profondità, fornendo così una parte dell'energia consumata. Per coprire il fabbisogno termico annuale di 168 MWh e la potenza termica di 62 kW per una durata d'utilizzo di 2'600 ore l'anno, è necessario pompare in media 23 m³ all'ora d'acqua sotterranea ad una temperatura di 10-12° C. Attualmente il 15% dell'elettricità utilizzata per pompare l'acqua sotterranea è fornita dalla turbina.

Intervista

Dott. Bernard Matthey

BMIC Ing.-Conseils
Montezillon



Perchè gli impianti geotermici basati sul calore della falda acquifera si sviluppano diversamente tra un cantone e l'altro ?

B. M.: È evidente che le falde freatiche che presentano condizioni di sfruttamento favorevoli (permeabilità, assenza di zone di protezione) sono distribuite in maniera differente sul paese. Inoltre, la frequenza d'utilizzo delle pompe di calore dipende dal prezzo dell'elettricità che, si sa, varia tra un cantone e l'altro. Infine, ci sono delle competenze locali (idrogeologi, installatori di riscaldamenti) più o meno presenti, ma anche dei Servizi dell'energia e l'ambiente, restrittivi o promotori a seconda dei cantoni, che spiegano queste disparità.

Quali sono i criteri che permettono di aumentare il coefficiente di prestazione annuo (COPA) degli impianti PdC ad acqua sotterranea ?

B. M.: Ogni grado di elevazione della temperatura all'evaporatore accresce di fatto il coefficiente di prestazione della pompa di calore di 0.1 unità di COP. Lo stesso principio vale per un abbassamento della temperatura al condensatore.

Temperature elevate della sorgente di calore,

scambio termico di migliore qualità e ridotte perdite di carico, se si lavora in sifone tra la presa e la reiniezione nella falda, permettono di aumentare il COPA di circa 1.5 unità rispetto a una sonda geotermica verticale nel terreno molto buona, e di risparmiare annualmente in questa maniera il 30% di energia elettrica, pur soddisfacendo le stesse esigenze. Vale dunque la pena di porsi ogni volta la domanda : Esiste una falda d'acqua sotterranea facilmente accessibile e utilizzabile ?

In un futuro prossimo, vedremo in Svizzera il moltiplicarsi di impianti di riscaldamento basati sul calore delle acque sotterranee ?

B. M.: Il ricorso alle acque sotterranee resta molto raro perchè delicato e aleatorio. Con una sonda geotermica, il rischio di fallimento è praticamente nullo, mentre un pozzo d'acqua può non riuscire, cosa poco comune nella cultura degli ingegneri degli impianti di riscaldamento.

Essendo il valore energetico dell'acqua modesto (da 30 a 50 cts/m³), nell'ottica di un suo utilizzo in una rete, non ci si può permettere delle analisi preventive costose. L'idrogeologo deve dunque essere esperto e conoscere bene la sua regione per garantire il successo della perforazione sulla base di una valutazione rapida del sito.

L'eccellente capacità di raffreddamento in estate parla in favore di un accresciuto sviluppo dell'utilizzo di falde freatiche a fini termici. A maggior ragione, dato che i Servizi cantonali dell'energia limitano fortemente l'utilizzo di climatizzatori. È certamente il ricorso sempre più frequente alle falde freatiche a fini di rinfrescamento che accrescerà il loro utilizzo come riscaldamento durante l'inverno.

Manifestazione

19 ottobre 2005: 16° giornata tecnica della SSG - Presentazione della Documentazione SIA D0190: Concezione, realizzazione e mantenimento delle geostrutture energetiche - Scuola Politecnica Federale di Zurigo (ETH-Z)
Informazioni : Segretariato SSG,
H. Rickenbacher - Tel. & Fax 032 341 45 65
svg-ssg@geothermal-energy.ch

Contatti & informazioni

Centro ticinese di promozione della geotermia
Dott. Daniel Pahud
LEEE- DACD- SUPSI
CH-6952 Canobbio
Tel. 058 666 63 53 - Fax 058 666 63 49
daniel.pahud@geothermal-energy.ch

Abbonamento gratuito

Info - Geotermia

Italiano Deutsch Français

Ditta / Istituto _____

Cognome / Nome _____

Indirizzo _____

NAP / Località _____

Tel / Fax _____

e-mail _____

Ritagliare o copiare questo coupon e spedirlo a :

Società Svizzera per la Geotermia (SSG)

Segretariato: H. Rickenbacher

Dufourstr. 87, CH-2502 Bienne

Tel. & Fax 032 341 45 65

svg-ssg@geothermal-energy.ch

Luglio 2005 / N° 9

Edito in italiano, tedesco e francese

Edizione

Società Svizzera per la Geotermia (SSG), Bienne

Redazione

EBERHARD & Partner AG, Aarau
service@eberhard-partner.ch
F.-D. Vuataz, francois.vuataz@crege.ch
CREGE, c/o CHYN, Neuchâtel

Comitato di redazione

H. Gorhan, T. Kohl, T. Mégel,
D. Pahud, L. Rybach, J. Wilhelm

Traduzione

G. Martinetti, M. Generelli, SUPSI,
Canobbio

Impaginazione / grafica

S. Cattin, CREGE, c/o CHYN, NE

Stampa

Cighélio Sàrl, Neuchâtel

Impressum
Info - Geotermia