

Introduzione alla Geotermia

La geotermia: "invenzione" recente?

L'*energia geotermica* esprime la quantità di calore medio contenuta nell'interno della Terra; tale espressione viene tecnicamente impiegata per indicare quella parte del calore terrestre, che può, o potrebbe essere, estratta dal sottosuolo e sfruttata dall'uomo.

Già dal diciannovesimo secolo lo studio del bilancio termico della Terra è stato studiato con metodi scientifici moderni, iniziando a comprendere il ruolo svolto dal calore radiogenico, ossia dal calore prodotto in continuazione dal decadimento degli isotopi radioattivi a lunga vita dell'uranio, del torio e del potassio.

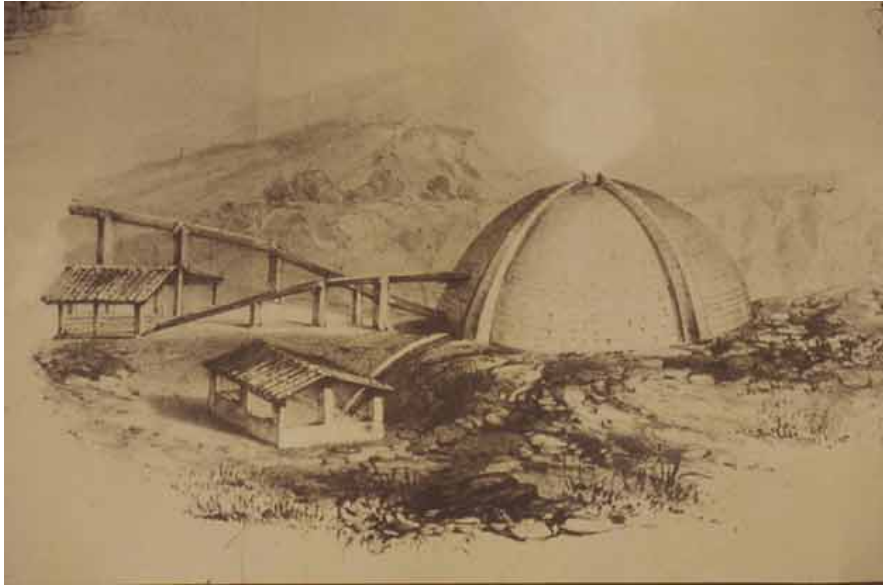
Si è recentemente dimostrato che non sussistendo equilibrio, il calore prodotto dal decadimento degli isotopi radioattivi presenti nell'interno della Terra è inferiore al calore disperso dalla sua superficie verso lo spazio: il nostro pianeta si sta lentamente raffreddando!!!

Facendo utilmente riferimento al bilancio termico di Stacey e Loper (1988) si deduce che il flusso di calore totale (conduzione, convezione e radiazione) dalla superficie terrestre è valutato in 42×10^{12} W, di cui circa il 20% proviene dalla crosta terrestre, ricca di isotopi radioattivi.

L'energia termica della Terra è quindi enorme, ma soltanto una parte di essa può essere sfruttata. Sino ad oggi, l'utilizzazione di questa energia è stata limitata a quelle aree nelle quali le condizioni geologiche permettono ad un vettore (acqua in fase liquida o vapore) di "trasportare" il calore dalle formazioni calde profonde alla superficie o vicino ad essa, formando quelle che chiamiamo risorse geotermiche.

Molte risorse, tra queste anche quelle geotermiche, sono state sfruttate, all'inizio, senza conoscerne esattamente la natura e solo in un secondo momento sono state studiate scientificamente e ne è stata sviluppata la tecnologia. I fluidi geotermici erano già utilizzati, per il loro contenuto energetico, nella prima parte del diciannovesimo secolo, ad esempio a Larderello, in Toscana, dove fu eseguito il primo tentativo di produrre elettricità dall'energia contenuta nel vapore geotermico ad inizio del ventesimo secolo.

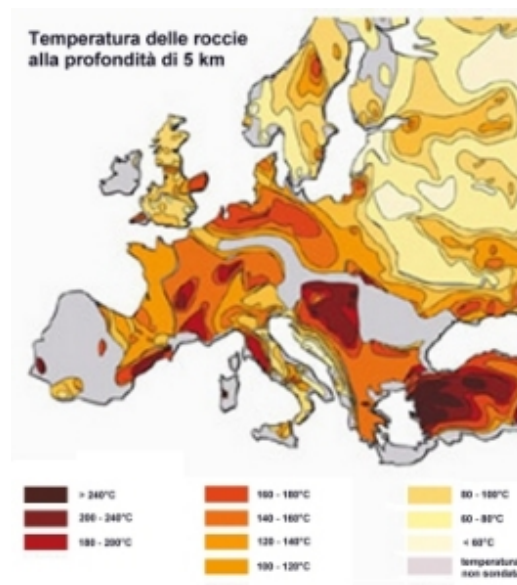
Introduzione alla Geotermia



Solfioni di Larderello

Sistemi e risorse geotermici: rinnovabili e sostenibili

La funzione che matematicamente descrive il riscaldamento del sottosuolo è definita "gradiente geotermico" e fornisce la misura dell'aumento di temperatura al variare della profondità dal piano campagna. Mediamente, e per le prime decine di metri al di sotto del suolo si può ritenere che tale gradiente valga $2,0 - 3,0 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$, anche se in certe "**aree geotermiche preferenziali**" il gradiente può raggiungere valori superiori a dieci volte quello normale.



Introduzione alla Geotermia

Le più importanti aree geotermiche preferenziali si trovano nei pressi dei margini delle zolle crostali, nelle dorsali, nelle faglie e zone di subduzione, caratterizzate da un'elevata sismicità, dalla presenza di molti vulcani e, a causa della risalita di materiali fusi molto caldi verso la superficie, da un flusso di calore terrestre elevato.

In tali aree hanno luogo i "sistemi geotermici", ossia sistemi di circolazione convettiva di acque che in uno spazio confinato della parte superiore della crosta terrestre trasporta il calore da una sorgente termica alla superficie, dove il calore viene assorbito, disperso o utilizzato.

Un **sistema geotermico** è generalmente formato da tre elementi: la *sorgente di calore*, il *serbatoio* ed il *fluido*, che è il mezzo che trasporta il calore.

La **sorgente di calore** può essere una intrusione magmatica a temperatura molto alta ($>600^{\circ}\text{C}$), che si è posizionata a profondità relativamente piccola (5-10 km), oppure, come in certi sistemi a bassa temperatura, il calore della Terra.

Il **serbatoio** è un complesso di rocce calde permeabili nel quale i fluidi circolano assorbendo il calore. Il serbatoio generalmente è ricoperto da rocce impermeabili e connesso a zone di ricarica superficiali dalle quali le acque meteoriche possono sostituire, totalmente o parzialmente, i fluidi perduti attraverso vie naturali (per esempio sorgenti) o che sono estratti mediante pozzi.

Il **fluido geotermico**, nella maggioranza dei casi, è acqua meteorica in fase liquida o vapore, in dipendenza dalla sua temperatura e pressione.

La sorgente di calore è l'unico dei tre elementi di un sistema geotermico che deve essere naturale, mentre gli altri due elementi, se sussistono le condizioni adatte, possono essere "artificiali".

Al fine di caratterizzare e classificare le **risorse geotermiche** ci si fa utilmente riferimento al concetto di **entalpia**.

L'entalpia, che può essere considerata proporzionale alla temperatura, è una funzione di stato di un sistema ed esprime la quantità di energia che esso può scambiare con l'ambiente esterno. L'entalpia viene usata per esprimere l'energia termica dei fluidi, e

Introduzione alla Geotermia

fornisce un'idea del relativo valore; infatti, nell'ambito geotermico, è usuale suddividere le risorse in bassa, media ed alta entalpia.

L'energia geotermica è generalmente definita ***rinnovabile e sostenibile***.

Il termine rinnovabile si riferisce ad una proprietà della sorgente di energia, mentre il termine sostenibile descrive come la risorsa è utilizzata.

La ricarica di energia è il fattore critico della rinnovabilità di una risorsa geotermica; infatti, quando si sfrutta un sistema geotermico naturale, la ricarica energetica avviene attraverso l'apporto al sistema di fluidi caldi contemporaneamente (o in tempi comparabili) allo sfruttamento. Questo permette di classificare l'energia geotermica come risorsa energetica rinnovabile.

La sostenibilità dell'utilizzazione di una risorsa dipende dalla sua quantità iniziale, dalla velocità con cui si rigenera e dalla velocità con cui si consuma. Ovviamente, l'utilizzazione può essere sostenuta per tutto il tempo che si vuole, purché la risorsa si rigeneri ad una velocità maggiore di quanto non sia sfruttata.

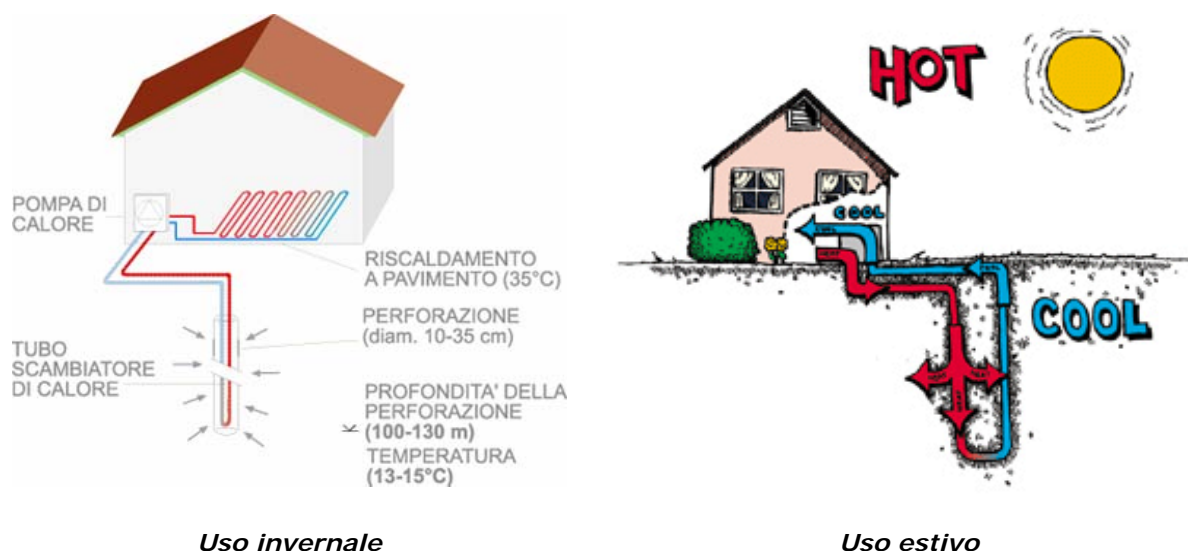
Uso delle Risorse geotermiche – Uso diretto del calore

La produzione di elettricità è la forma di utilizzazione più importante delle risorse geotermiche ad alta entalpia (>150°C). Le risorse a entalpia medio – bassa (<150°C) sono adatte a molti tipi di impiego, tra cui la produzione di calore mediante pompe di calore.

L'utilizzazione diretta del calore è la forma di sfruttamento dell'energia geotermica più comune, antica e diversificata nei suoi campi di utilizzo.

A pochi metri di profondità dalla superficie terrestre il terreno mantiene una temperatura quasi costante per tutto l'anno, e questo permette di estrarre calore d'inverno per riscaldare un ambiente, e di cedere calore durante l'estate per raffrescare lo stesso ambiente.

Introduzione alla Geotermia



Tale scambio di calore viene realizzato con pompe di calore abbinate a sonde geotermiche che sfruttando questo principio permettono di riscaldare e raffreddare ambienti con un unico impianto assicurando un alto grado di rendimento sull'arco dell'intera stagione, e con un fabbisogno di energia elettrica contenuto rispetto alle prestazioni.

I diversi sistemi di pompe di calore disponibili permettono di estrarre ed utilizzare economicamente il calore contenuto in corpi a bassa temperatura, come terreno, acquiferi poco profondi, masse d'acqua superficiali, ecc.

Non è neppure necessario alcun apporto termico esterno (per esempio una caldaia a metano) per coprire le punte invernali.

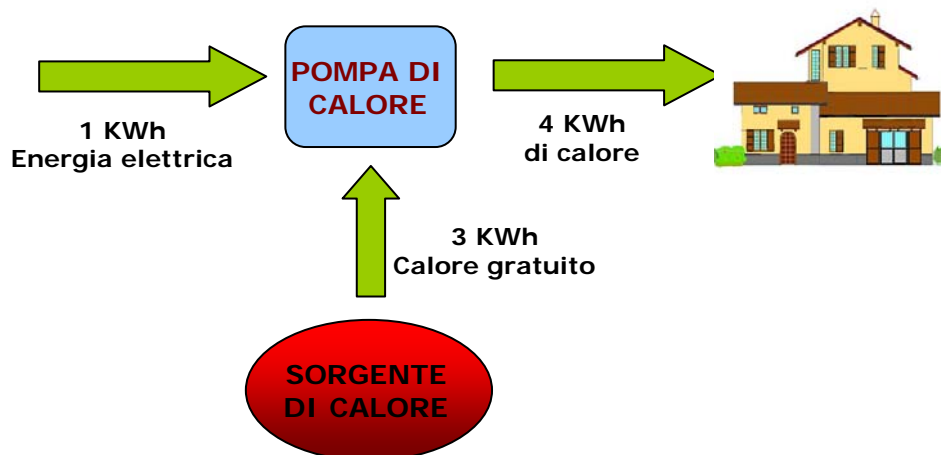
Le pompe di calore per riscaldare le case esistono sul mercato dagli anni 50, proprio come televisori, lavatrici e altri apparecchi domestici; si tratta dunque di una tecnica affidabile, ampiamente collaudata.

La **climatizzazione degli ambienti** (riscaldamento e raffreddamento) con l'energia geotermica si è diffuso notevolmente a partire dagli anni '70-80, a seguito della commercializzazione a larga scala delle pompe reversibili, capaci cioè di invertire il loro funzionamento, potendo operare alternativamente come unità riscaldanti o raffreddanti.

Le pompe di calore richiedono energia elettrica per funzionare, ma, in condizioni climatiche adatte e con un buon progetto, il bilancio energetico è positivo.

Introduzione alla Geotermia

Tali pompe hanno il grande vantaggio di fornire più energia (sotto forma di calore) di quella che gliene occorre per funzionare, questo è reso possibile dal fatto che la macchina assorbe calore dal mezzo esterno. In estrema semplicità si può affermare che per ogni kWh di energia elettrica utilizzata dalla pompa si riescono mediamente a produrre 4 kWh di calore, utilizzando le sorgenti geotermica di calore.



La geotermia e le valutazioni economiche

Gli elementi che debbono essere presi in considerazione per ogni stima economica, sia che essa riguardi il costo degli impianti o i costi operativi, sia il prezzo dei 'prodotti' dell'energia geotermica, sono più numerosi e più complessi che per le altre forme di energia. Il costo di un impianto geotermico è generalmente più alto di quello di un impianto dello stesso tipo alimentato con combustibili convenzionali. D'altro canto, il costo dell'energia utilizzata da un impianto geotermico è molto più basso di quello dell'energia fornita dai combustibili tradizionali e corrisponde ai costi di manutenzione degli elementi dell'impianto. I risparmi dovuti al minor costo dell'energia dovrebbero permettere di recuperare la maggior spesa iniziale dovuta all'elevato costo dell'impianto.

Il sistema risorsa-impianto, di conseguenza, dovrebbe essere progettato per avere una vita abbastanza lunga da recuperare e superare l'investimento iniziale.

Economie apprezzabili possono essere realizzate con l'adozione di sistemi integrati, che permettono un più alto fattore di utilizzo (per esempio, l'accoppiamento di riscaldamento e refrigerazione di ambienti), o sistemi a cascata, dove gli impianti sono allacciati in serie, e ciascun impianto sfrutta il calore residuo nell'acqua scaricata dal precedente.