

Le centrali geotermiche

- Energia geotermica;
- Centrali geotermiche:
 1. storia
 2. struttura e funzionamento
 3. tipologie di centrali
 4. vantaggi e svantaggi.

Energia geotermica

Il termine "geotermia" deriva dal greco "gê" e "thermòs" ed il significato letterale è "calore della Terra".

L'energia geotermica è quella contenuta, sotto forma di "calore", all'interno della crosta terrestre, è una fonte di energia inesauribile, costantemente disponibile, rinnovabile e in particolari siti, facilmente ed economicamente sfruttabile.

Il calore interno alla Terra fu originariamente generato durante la creazione del pianeta dovuta alla forza di attrazione gravitazionale. In seguito, il calore interno ha continuato ad essere generato grazie a processi di decadimento nucleare naturale di elementi quali l'uranio, il torio e il potassio.

Nella maggior parte delle aree terrestri, le rocce hanno una temperatura di circa 25-30°C a 500 m di profondità e di 35-45°C a 1000 m.

In altre zone, dove le condizioni geologiche sono più "favorevoli" (crosta terrestre più sottile, vulcanismo e/o fratture tettoniche), le temperature possono raggiungere e superare i 200°C.

Al di sotto di 15-20 metri si ha la zona di omotermia, in cui il calore è fornito esclusivamente dal flusso proveniente dall'interno della terra con un aumento medio progressivo di 1°C ogni 33 metri di profondità. Quando temperature e pressione aumentano oltre un certo limite, la roccia del mantello fonde e diventa magma, che, essendo meno denso della roccia circostante solida, sale lentamente, per convezione, verso la crosta, trasportando calore dal basso verso l'alto. A volte il calore arriva in superficie attraverso una fenditura sotto forma di lava. Molto più spesso rimane sotto la crosta terrestre, scaldando le rocce e l'acqua circostanti (ossia, la pioggia che si è infiltrata in profondità attraverso gli strati rocciosi). Da qui nascono la maggior parte dei fenomeni come: le eruzioni vulcaniche, le sorgenti termali, i geysers, o le fumarole. Questo calore naturale proveniente dal sottosuolo può essere sfruttato per generare energia geotermica.

L'energia geotermica costituisce oggi meno dell'1% della produzione mondiale di energia. Tuttavia, uno studio condotto dal Massachusetts Institute of Technology afferma che la potenziale energia geotermica contenuta sul nostro pianeta si aggira attorno ai 12.600.000 ZJ e che con le attuali tecnologie sarebbe possibile utilizzarne "solo" 2000 ZJ. Tuttavia, poiché il consumo mondiale di energia ammonta a un totale

di 0,5 ZJ all'anno, con il solo geotermico, secondo lo studio del MIT, si potrebbe soddisfare il fabbisogno energetico planetario con sola energia pulita per i prossimi

4000 anni rendendo quindi inutile qualsiasi altra fonte non rinnovabile attualmente utilizzata.

Le sorgenti geotermiche si possono dividere in tre tipologie:

- sorgenti idrotermiche: la sorgente si trova a profondità non eccessive (1000–2000 m) e a seconda della pressione può essere classificata come sorgente geotermica a vapore o ad acqua dominante
- sorgenti geopressurizzate: la sorgente si trova a profondità maggiori (3000–10000 m) e l'acqua ivi contenuta è a pressioni elevate (1000 atm) e ad una temperatura di 160 °C
- sorgenti petrotermiche: la sorgente si trova a profondità maggiori rispetto alle precedenti ed è composta da rocce calde (senza acqua). Circa l'85% delle risorse geotermiche sono di questo tipo ma sono anche di difficile sfruttamento proprio per l'assenza dell'acqua.

Di questi sistemi geotermici attualmente vengono sfruttati a livello industriale solo i sistemi idrotermali, costituiti da formazioni rocciose permeabili in cui l'acqua piovana e dei fiumi si infiltra e viene scaldata da strati di rocce ad alta temperatura. Le temperature raggiunte variano dai 50-60 °C fino ad alcune centinaia di gradi. L'uso di questa energia comporta vantaggi come l'inesauribilità a tempi brevi, se sfruttata in modo razionale, ed il minor inquinamento dell'ambiente circostante; un certo inquinamento non viene escluso per la possibile immissione nell'area di elementi tossici, come zolfo, mercurio e arsenico presenti nei fluidi geotermali, per questo motivo le aree geotermiche sono sottoposte a verifiche ambientali annuali.

La geotermia consiste nel convogliare i vapori provenienti dalle sorgenti d'acqua del sottosuolo verso apposite turbine adibite alla produzione di energia elettrica e riutilizzando il vapore acqueo per il riscaldamento urbano, le coltivazioni in serra e il termalismo.

Per alimentare la produzione del vapore acqueo si ricorre spesso all'immissione di acqua fredda in profondità, una tecnica utile per mantenere costante il flusso del vapore. In questo modo si riesce a far lavorare a pieno regime le turbine e produrre calore con continuità.

Centrali geotermiche

Storia

Le sorgenti calde sono state utilizzate per la balneazione almeno fin dal Paleolitico. Il centro termale più antico conosciuto è una piscina in pietra in Cina sulla montagna Lisan costruita durante la dinastia Qin nel III secolo a.C. Nel primo secolo d.C., i Romani conquistarono Aquae Sulis, ora Bath, nel Somerset in Inghilterra e utilizzarono le sue sorgenti calde per alimentare i bagni pubblici e il riscaldamento a

pavimento. I costi di ammissione per questi bagni rappresentano probabilmente il primo utilizzo commerciale dell'energia geotermica. Il sistema più antico di

riscaldamento geotermico per un quartiere è stato installato a Chaudes-Aigues, Francia ed è divenuto operativo nel XIV secolo. Il primo sfruttamento industriale è iniziato nel 1827 con l'uso del vapore di un geysir per estrarre l'acido borico da un vulcano di fango, presso Larderello, in Italia.

Nel 1892, il primo sistema di teleriscaldamento statunitense a Boise, Idaho fu alimentato direttamente da energia geotermica ed è stato copiato a Klamath Falls, Oregon nel 1900. Un profondo pozzo geotermico è stato usato per riscaldare le serre in Boise nel 1926 e geysir sono stati utilizzati per riscaldare le serre in Islanda e in Toscana circa nello stesso periodo. Charlie Lieb sviluppò il primo scambiatore di calore in fondo ad un pozzo nel 1930 per riscaldare la propria casa. Il vapore e l'acqua calda dal geysir iniziarono ad essere utilizzati per il riscaldamento domestico in Islanda a partire dal 1943.

Nel XX secolo, la domanda di energia elettrica ha portato a considerare la geotermia come fonte di generazione. Il principe Piero Ginori Conti sperimentò il primo generatore geotermico il 4 luglio 1904, presso lo stesso campo di Larderello dove era iniziata l'estrazione degli acidi da geotermia. Questo esperimento portò all'accensione di quattro lampadine. Più tardi, nel 1911, in quel posto il primo impianto geotermico commerciale del mondo è stato costruito. Fino al 1958 questo è stato il primo impianto di produzione industriale al mondo di energia elettrica geotermica, fino a quando la Nuova Zelanda ne costruì uno nel 1958. Nel 2012 essa ha prodotto circa 594 megawatt.

Lord Kelvin inventò la pompa di calore nel 1852 e Heinrich Zoelly brevettò, nel 1912, l'idea di usarla per estrarre calore dalla terra. Ma ciò non è stato realizzato fino alla fine del 1940 quando la pompa di calore geotermica è stata prodotta con successo. La prima era probabilmente di 2,2 kW sistema di scambio diretto fatto in casa di Robert C. Webber. J. Donald Kroeker progettò la prima pompa di calore geotermica commerciale per riscaldare l'edificio del Commonwealth (Portland, Oregon). Il professor Carl Nielsen, dell'Ohio State University, ha realizzato la prima versione ad anello aperto residenziale nella sua casa nel 1948. La tecnologia è diventata popolare in Svezia, a seguito della crisi petrolifera del 1973, ed è cresciuta lentamente in tutto il mondo da allora. Lo sviluppo del tubo di polibutilene, avvenuto nel 1979, aumentò notevolmente la redditività della pompa di calore.

Nel 1960, la Pacific Gas and Electric mise in funzione la prima centrale geotermica elettrica di successo negli Stati Uniti, presso The Geysers in California. La turbina originale è durata per più di 30 anni e ha prodotto 11 MW di potenza netta.

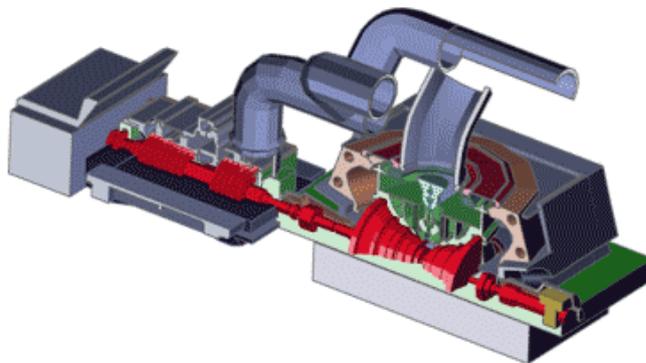
La centrale a ciclo binario è stata presentata per la prima volta nel 1967 in Unione Sovietica e successivamente fu introdotta negli Stati Uniti nel 1981. Questa tecnologia permette la generazione di energia elettrica da fonti a temperatura molto più bassa rispetto al passato. Nel 2006, un impianto a ciclo binario in Chena Hot Springs, Alaska, è divenuto operativo per la produzione di energia elettrica da una bassa temperatura del fluido record di 57 °C.

Struttura e funzionamento



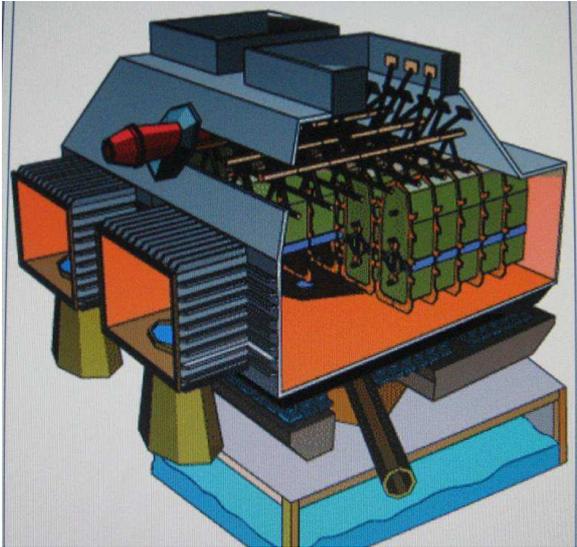
Per lo sfruttamento del calore geotermico sono state create le centrali geotermiche. Le centrali geotermiche sono alimentate dal fluido geotermico, composto da una miscela di vapore d'acqua e di gas incondensabili in rapporto variabile nelle diverse aree geotermiche territoriali. Il fluido geotermico è estratto dal serbatoio geotermico insieme all'acqua geotermica da cui viene separato tramite un separatore. L'acqua, una volta separata, viene inviata ai pozzi di reiniezione e reimessa nel serbatoio geotermico, a circa 1000 – 1500 m di profondità.

Il fluido (vapore e gas), che ha una temperatura compresa fra 180 - 210 °C, arriva alla centrale grazie a vapordotti la cui portata varia tra 100 e 400 t/h che confluiscono in un collettore prima di andare in turbina.



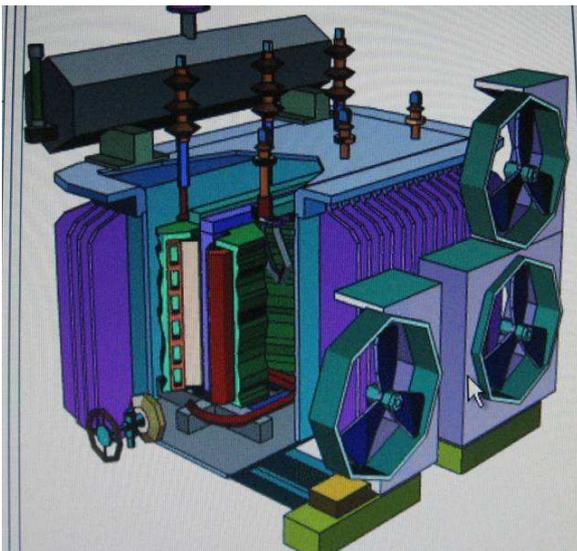
Il fluido viene quindi inviato alla turbina dove si espande cedendo energia; l'espansione consente di trasformare il calore del fluido prima in energia meccanica

poi, mediante un alternatore, in energia elettrica che viene immessa in rete per l'utenza con un trasformatore.



Alternatore :

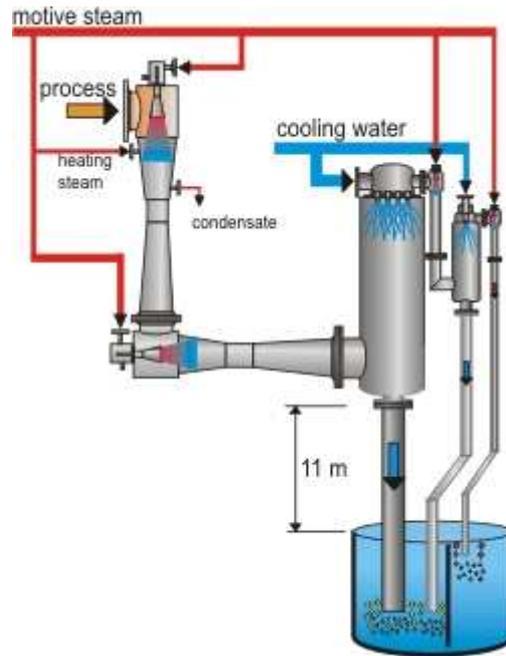
E' un generatore di corrente elettrica. È costituito da due parti fondamentali, una fissa e l'altra rotante, dette rispettivamente statore e rotore, su cui sono disposti avvolgimenti di rame isolati. I due avvolgimenti si dicono induttore (sul rotore) e indotto (sullo statore).



Trasformatore:

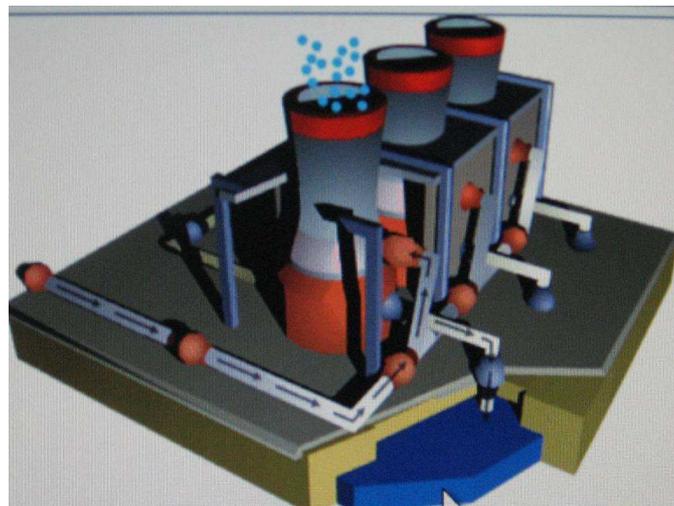
e' una macchina elettrica statica atta a trasferire, sfruttando il fenomeno dell'induzione elettromagnetica, energia elettrica a corrente alternata da un circuito a un altro modificandone le caratteristiche. Schematicamente un trasformatore e' costituito da due avvolgimenti, ciascuno formato da un certo numero di spire di filo di rame avvolte attorno a un nucleo di ferro di elevata permeabilità magnetica, dei quali uno riceve energia dalla linea di alimentazione, mentre l'altro e' collegato ai circuiti di utilizzazione.

Una volta uscito dalla turbina il fluido è inviato al condensatore a miscela, dove viene a contatto diretto con acqua fredda proveniente dalla torre di raffreddamento, con una portata molto maggiore rispetto a quella del fluido.



Condensatore a miscela

In questo modo avviene un rapido raffreddamento e conseguente condensazione del vapore residuo. Nel condensatore si trova quindi sia l'acqua di condensa del vapore, sia l'acqua di raffreddamento della torre: questa miscela di condense, alla temperatura di circa 35-40°C è estratta da una pompa di estrazione e inviata in testa alla torre di raffreddamento. Le portate in gioco in questa fase, sono dell'ordine 3500 m³/h.



Torre di refrigerazione

Internamente alla torre, la condensa viene spruzzata da appositi ugelli. La condensa, nel ricadere in basso, entra in contatto, in controcorrente, con aria fredda ascendente. Nel caso di torri a tiraggio indotto, il flusso di aria fredda ascendente è generato da ventole di aspirazione di circa 8 m di diametro. Nel caso delle torri a tiraggio naturale, il flusso ascendente di aria è determinato dal fatto che la condensa calda causa un aumento della temperatura e dell'umidità dell'aria all'interno della torre che,

così, diminuisce il suo peso specifico e tende a salire verso l'alto, in uscita dalla torre, richiamando altra aria fredda dal basso.

Il contatto della condensa calda con aria fredda ascendente, determina un passaggio di calore dalla fase liquida a quella gassosa con conseguente raffreddamento della condensa che cade nella vasca di raccolta alla base della torre. Parte di questa viene inviata al condensatore per raffreddare il fluido in uscita dalla turbina; l'eccesso di condensa della vasca di raccolta, è inviata alla reiniezione (mediamente sono reiniettati circa $30 \text{ m}^3/\text{h}$).

Il condensatore lavora in condizioni di vuoto infatti, tramite un compressore, è mantenuta una pressione inferiore a quella atmosferica (0,08 bar contro la P_{atm} di 0,9 bar) e ciò determina l'estrazione dei gas incondensabili che sono inviati all'impianto di Abbattimento Mercurio e Idrogeno Solforato (AMIS).

Link per video su funzionamento di una centrale geotermica.

<https://www.youtube.com/watch?v=qrVZOcWXJ6I>

Tipologie di centrali

Ci sono 3 tipi di centrali geotermiche: a vapore secco, flash e binarie. Il **vapore secco**, la più antica tecnologia geotermica, estrae il vapore dalle fratture presenti nel terreno e lo usa direttamente per azionare una turbina. Le **centrali flash** trasformano l'acqua bollente profonda e ad alta pressione, in acqua più fredda e a bassa pressione. Il vapore che risulta da questo processo è utilizzato per far funzionare la turbina. Nelle **centrali binarie**, l'acqua bollente viene fatta scorrere accanto a un secondo fluido che ha un punto di ebollizione molto al di sotto rispetto a quello dell'acqua. Tutto ciò fa sì che questo ultimo fluido si trasformi in vapore, il quale poi aziona la turbina. Nel futuro, la maggior parte delle centrali geotermiche saranno binarie.

Vantaggi e svantaggi

I vantaggi dell'energia geotermica sono molti. Essa può essere ricavata senza bruciare combustibili fossili come carbone, gas o petrolio. I campi geotermici producono solo all'incirca 1/6 di diossido di carbonio rispetto a quanto produca una centrale piuttosto pulita, alimentata da gas naturale. Le centrali binarie, in pratica, non producono emissioni. A differenza dell'energia eolica e solare, l'energia geotermica è sempre disponibile, 365 giorni all'anno. E' anche abbastanza economica; il risparmio di un uso diretto può essere paragonato all'80% rispetto al costo dei combustibili fossili.

Ma ci sono alcuni problemi ambientali. La preoccupazione più grande riguarda il rilascio di acido solfidrico, un gas che puzza di uovo marcio a bassa concentrazione. Un'altra problematica è lo smaltimento di alcuni fluidi geotermici che possono contenere moderati livelli di materiali tossici. Sebbene le sedi geotermiche abbiano la capacità di fornire calore per i prossimi decenni, determinati siti potrebbero da ultimo raffreddarsi.

Sitografia

http://www.icsanmartinoinpensilis.it/LearningObjects/energie%20rinnovabili/energia_geotermica.html

https://it.wikipedia.org/wiki/Energia_geotermica#Tipologia_delle_sorgenti_geotermiche

<http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/sistemi-produttivi/impianti-di-produzione-di-energia/geotermia/centrali-geotermiche-in-toscana/come-funziona-una-centrale-geotermica>

http://www.nationalgeographic.it/ambiente/2010/04/26/news/geothermal_energy-2978/