



LE RICCHEZZE DEL CUORE DEL PIANETA

Cerchiamo tanto delle fonti di energia non inquinanti e non esauribili ma ci ricordiamo troppo poco che siamo seduti su una gigantesca caldaia posta all'interno della Terra.

● Nel nostro pianeta, come è ben noto, a circa 5.000 chilometri di profondità si trova un nucleo interno costituito da ferro-nichel solido, alla temperatura di circa 6.000 gradi e con una pressione di circa 3 milioni di atmosfere. Tutto intorno, per uno spessore di circa 1.300 chilometri, si trova il nucleo esterno, una massa di ferro-nichel fuso a temperatura fra 4.000 e 5.000 gradi e pressione inferiore, circondato a sua volta dai successivi strati della Terra; noi umani e tutte le forme di vita animali e vegetali ci troviamo in un sottilissimo, si fa per dire, straterello alla superficie del pianeta, di pochi chilometri di spessore, che riceve continuamente, per conduzione, una piccola parte del calore interno. Piccola per modo di dire perché la quantità del calore interno che arriva e si disperde alla superficie della Terra corrisponde ad una potenza di circa 45 miliardi di chilowatt, una "perdita" reintegrata dalla continua liberazione di circa 30 miliardi di chilowatt per decadimento radioattivo nelle rocce interne; l'afflusso superficiale corrisponde quindi a circa 50-100 chilowatt per chilometro quadrato, molto variabile, che assicura comunque l'esistenza di un graduale aumento della temperatura del sottosuolo in ragione di circa 25-30°C per ogni chilometro di profondità. Una parte delle grandissime masse calde dell'interno si "affaccia" sulla superficie esterna sotto forma di vulcani, di manifestazioni di vapore o di acque calde e provoca quei piccoli spostamenti della crosta terrestre che chiamiamo terremoti. Senza sapere niente sulla vera origine del calore interno della Terra (ma alcune cose non sono del tutto chia-

re neanche a noi oggi), anzi senza sapere niente di come era fatta la Terra su cui si trovavano, popoli antichi hanno utilizzato alcune manifestazioni di acqua calde a fini di bagni in Cina, presso i Romani con le "terme", e più tardi in Francia e molti altri Paesi.

Larderel e la scoperta dell'acido borico

Una utilizzazione commerciale del calore terrestre, della "energia geotermica", si è avuta in tempi relativamente recenti. Le manifestazioni geotermiche sono accompagnate an-

pore. Nel 1777 il chimico tedesco Francesco Höfer, direttore delle farmacie del Granducato di Toscana aveva riconosciuto che la polvere bianca di questi fanghi era acido borico, trascinato dal vapore geotermico, che si condensava in grande quantità nella valle di Montecatini, vicino Pisa; questo acido borico era noto e raccolto fin dai tempi degli Etruschi e trovava impiego nella preparazione di smalti e vernici e anche in medicina come disinfettante. Nel 1818 Francesco de Larderel decise di ampliare e razionalizzare la produzione e la vendita di acido borico; il granduca di Toscana Leopoldo II, che aveva apprezzato l'iniziativa industriale, nominò Larderel conte di

Francesco Larderel (1798-1848).



che dalla presenza di materiali di interesse commerciale: pomice, ossidiana, allume, alcuni noti da tempi antichissimi, e poi acido borico, quest'ultimo divenuto importante per merito di Francesco Larderel (1798-1848) che, venuto in Toscana nel 1814 ai tempi di Napoleone, aveva cominciato ad interessarsi agli strani fanghi biancastri che si formavano intorno ai soffioni di va-

Montecerboli e nel 1846 il villaggio di Montecerboli assunse il nome di Larderello.

Fino al 1827 l'acido borico veniva ottenuto facendo evaporare con forni a legna l'acqua dei fanghi, ma nel 1827 de Larderel ebbe l'idea di utilizzare per l'evaporazione il calore dello stesso vapore geotermico, prima utilizzazione industriale ed economica di questa fonte energetica. Con l'acido borico la famiglia de Larderel fece una grande fortuna, come testimonia, fra l'altro un bel palazzo a Livorno, ora proprietà comunale; a Francesco successe il figlio Federigo e poi il figlio di quest'ultimo Florestano; Adriana, figlia di Florestano, sposò nel 1894 Piero Ginori Conti (1865-1940), figlio di una nobiltà fiorentina che si era guadagnata fama e quattrini negli affari internazionali, orgogliosa della propria tradizione e nello stesso tempo attenta alla cultura e alle innovazioni che attraversavano l'Europa dell'Ottocento.

Da vapore a elettricità

Fra queste novità un ruolo speciale aveva l'elettricità; la dinamo, la macchina capace di trasformare un moto rotatorio in elettricità, era stata inventata da Antonio Pacinotti (1841-1912). Negli ultimi anni dell'Ottocento l'elettricità, usata per la fabbricazione dei primi prodotti chimici - carburo di calcio e calcocianammide a Bussi, in Abruzzo, idrato sodico e cloro, alluminio - era ottenuta nelle centrali idroelettriche o in centrali termiche alimentate col costoso carbone; Piero Ginori Conti pensò di utilizzare quel vapore che la Terra offriva gratis nei suoi soffioni per produrre elettricità. Il 4 luglio 1904 Ginori Conti alimentò col vapore

geotermico di Larderello un motore a pistoni collegato con una dinamo da 10 kilowatt, la cui elettricità accese "cinque lampadine", un evento considerato il primo nella storia della energia elettrica di origine geotermica.

Nel frattempo la produzione italiana di acido borico aveva cominciato a subire la concorrenza dell'acido borico ricavato dai giacimenti di borati californiani, scoperti negli Anni Ottanta dell'Ottocento a Death Valley e a Boron. La produzione toscana di acido borico, che con alterne vicende era arrivata a 6.500 tonnellate all'anno negli anni fra il 1910 e il 1940, declinò nel dopoguerra fino a cessare nel 1965-1967. Si calcola comunque che la quantità di acido borico estratto complessivamente dai campi geotermici di Larderello sia arrivata a poco meno di mezzo milione di tonnellate.

La produzione di elettricità geotermica andò invece aumentando fino alla seconda guerra mondiale, quando le centrali furono distrutte. Dopo la Liberazione le centrali furono ricostruite e la società di Larderello fu incorporata nell'Enel. L'iniziativa di Larderello attirò enorme attenzione in tutto il mondo e Larderello e la vicina Pisa divennero un centro di ricerca e consulenza avanzata per tutti coloro che avevano a disposizione manifestazioni geotermiche nel mondo. Tali manifestazioni erano presenti nei Paesi industrializzati, come gli Stati Uniti o l'Islanda, ma anche in Paesi arretrati in cui la nuova fonte di energia diede un contributo essenziale allo sviluppo economico; anche se dopo alcuni anni di sfruttamento in alcuni campi geotermici si osserva un declino della portata

del vapore, la produzione del vapore può essere tenuta elevata iniettando acqua nel sottosuolo.

La pompa di calore: da Kelvin ai nostri giorni

Nel mondo l'elettricità geotermica è oggi (2010) ottenuta con centrali che hanno una potenza di circa 10.000 megawatt con una produzione di circa 60.000 miliardi di chilowattora all'anno; l'Italia, con una potenza installata di circa 800 megawatt e una produzione di oltre 5,5 miliardi di chilowattora all'anno, è al terzo posto dopo Stati Uniti e Filippine. Il calore geotermico è usato come fonte di calore sia utilizzando il vapore che arriva spontaneamente sulla superficie

scaldamento estivo e al raffreddamento invernale di abitazioni, di serre, di piscine ricorrendo a vari metodi per utilizzare il calore geotermico, anche di acque a basse temperature.

Nel 1852 Lord Kelvin (1824-1907) aveva descritto il principio della pompa di calore, il sistema con cui è possibile ottenere calore ad alta temperatura, adatto ad azionare una macchina termica, da una fonte di calore a bassa temperatura mediante energia meccanica. Nel 1912 l'ingegnere svizzero Heinrich Zoelly (1862-1937) aveva brevettato l'idea di utilizzare una pompa di calore alimentata dal calore di una sorgente di acqua calda sotterranea, ma si è dovuto aspettare



terrestre, sia scavando dei pozzi fino a raggiungere giacimenti sotterranei di vapore o di acque calde.

Infatti a mano a mano che sono aumentate le conoscenze geologiche si è visto che molti luoghi della Terra hanno, nel sottosuolo, delle fonti di calore di interesse pratico. Con le acque calde sotterranee è possibile azionare dispositivi adatti al ri-

gli Anni '40 del Novecento per le prime applicazioni pratiche. Si ritiene che Robert C. Webber sia stato il primo ad azionare una macchina di 2 chilowatt con una pompa di calore azionata dal calore geotermico; nel 1946 J. Donald Kroeker con lo stesso sistema riuscì a scaldare un grande edificio a Portland nell'Oregon (Stati Uniti).



L'esperimento di Ginori Conti del 1904.

(Foto Unione Geotermica Italiana)



Nel 1948 il professor Carl Nielsen riscaldò la propria abitazione nell'Ohio con una pompa di calore geotermica. Da allora le innovazioni si sono susseguite e nel 2006 in Alaska un generatore elettrico è stato azionato con acqua calda sotterranea ad appena 57°C.

Un importante passo avanti si è avuto a partire dagli Anni Settanta del secolo scorso con lo studio dell'estrazione del calore delle "rocce calde secche", complessi geologici caratterizzati da un'elevata temperatura e da bassa permeabilità, privi perciò di acqua. A fini energetici le rocce vengono dapprima fratturate per iniezione di acqua sotto pressione, con mezzi meccanici o chimici: nelle rocce fratturate viene poi iniettata acqua che vaporizza e ritorna in superficie calda in grado di scaldare a sua volta un fluido che aziona un normale motore. La profondità a cui si trovano le rocce calde secche varia da luogo a luogo; in genere è possibile il loro uso energetico dove esistono valori di gradiente geotermico e di flusso di calore superiori a quelli medi terrestri: 30°C per chilometro e 60 chilowatt per chilometro quadrato. In questa direzione sono in corso esperimenti in Alsazia, nella Valle del Reno, al confine fra Francia e Germania; nel Cooper Basin in Australia; vicino Basilea, in Svizzera; e nel campo geotermico Coso in California, ricordati in varie pubblicazioni di Raffaele Castaldi, vicepresidente dell'Unione Geotermica Italiana (www.unionegeotermica.it).

In alcune città, anche in Italia, sono stati costruiti impianti per il riscaldamento e il condizionamento dell'aria utilizzando pompe di calore alimentate da acque calde sot-

terranee, anche a bassa temperatura, che si trovano spesso anche a bassa profondità.

Heat pipes

Un'altra furbizia con cui è possibile spostare il calore di una fonte calda sotterranea, come quello geotermico, ad uno spazio freddo è rappresentata dai "condotti termici" (heat pipes); la forma più semplice è quella di un tubo contenente una piccola quantità di un fluido allo stato liquido; se si immerge in uno spazio caldo l'estremità contenente il liquido, questo evapora e sale nello spazio vuoto sovrastante; quando incontra una zona fredda si condensa, cedendo il calore assorbito nell'evaporazione e ridiscende nell'estremità calda. I tubi possono essere di vari materiali, non corrosivi nel caso del calore geotermico, e la loro superficie interna deve essere trattata in modo da agevolare la discesa del fluido condensato verso la parte inferiore.

L'idea di questi "condotti termici" è venuta a Richard S. Gaugler che l'ha brevettata nel 1942; è stata poi perfezionata e brevettata da George Grover nel 1963. In questo modo, senza motori o parti in movimento, è possibile spostare grandi quantità di calore anche quando le differenze di temperatura sono piccole. I "condotti termici" hanno avuto varie applicazioni, dai satelliti artificiali per raffreddare la parte del veicolo esposta al Sole, all'oleodotto dell'Alaska per dissipare il calore del petrolio che scorre nei tubi e evitare che faccia fondere i circostanti ghiacci permanenti



Heinrich Zoelly (1862-1937)

su cui sono appoggiati i piloni della tubazioni. I "condotti termici" possono essere anche molto piccoli, adatti per esempio a raffreddare i computer o altre apparecchiature elettriche ed elettroniche. Più interessanti sono le applicazioni energetiche nel campo della geotermia in quanto consentono di catturare e trasferire il calore geotermico anche quando si trova sotto forma di acque calde a relativamente basse temperature.

Un qualche interesse per l'utilizzazione dell'energia geotermica, considerata una fonte energetica rinnovabile, è dimostrata dal recente decreto legislativo 22 del 2010, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 24 febbraio, che modifica il quadro normativo delle risorse geotermiche, abrogando la vecchia legge 896/1986 e introducendo una semplificazione delle procedure amministrative relative sia agli impianti ad alta entalpia, definiti di interesse nazionale, sia a quelli a medio e basso "contenuto" energetico che sono invece definiti di interesse locale.