

Geotermia, una risorsa inesauribile e sostenibile. E l'Italia ne è ricca

di Carlo Doglioni, Monica Procesi

Nello spettro energetico globale, non rappresenta la soluzione completa del problema, ma è una delle risorse principali in grado di guidare la transizione e l'autonomia energetica

Sarà che siamo abituati a guardare in alto verso le stelle, e immaginare lassù il paradiso, mentre l'inferno lo figuriamo verso il basso, sottoterra; sta di fatto che nei nostri pensieri raramente ci chiediamo cosa c'è sotto di noi, nelle viscere della Terra. Eppure, l'interno del pianeta è la sorgente della vita: tutto quello che c'è sulla superficie proviene dal mantello terrestre. Anche noi esseri umani siamo composti da atomi espulsi dal mantello, quel guscio gigantesco che rappresenta l'84% del volume del corpo celeste su cui viaggiamo nello spazio, con una temperatura che varia da qualche centinaio di gradi centigradi, fino a circa 4000°C alla sua base, a 2900 km di profondità.

Sì, sotto i nostri piedi c'è il calore della formazione del pianeta 4567 milioni di anni fa, parzialmente rinvigorito dal decadimento radioattivo di minerali contenuti nel mantello e nella crosta terrestre. La Terra emette circa 44 TeraWatt, molto meno di quanto riceve dal sole (circa 180.000 TW), ma il calore del pianeta è sempre lì, in uno scrigno, stabile per ancora qualche miliardo di anni. Il calore del sole penetra solo pochi metri nella Terra perché le rocce sono dei cattivi conduttori termici, e questa è anche la ragione per cui l'interno terrestre conserva il suo calore; il guscio esterno della Terra fa dunque da isolante termico e sotto di noi abbiamo una sorgente termica, e quindi energia inesauribile.

L'energia proveniente dal calore terrestre prende il nome di energia geotermica e l'Italia ne è particolarmente ricca. Larderello in provincia di Pisa (Toscana), è la zona dove la geotermia trova in assoluto la sua origine. Fu proprio qui infatti che grazie al calore terrestre e in particolare al vapore geotermico, agli inizi del 1900, si riuscì a far accendere per la prima volta una lampadina, grazie all'ingegno del Principe Piero Ginori Conti, succeduto a Francesco Larderel, nella proprietà dell'industria boracifera toscana. Attualmente, la regione Toscana con gli impianti geotermoelettrici

di Lardarello, Monte Amiata e Travale-Radicondoli gestiti interamente da [ENEL Green Power](#) riesce a soddisfare più del 30% della richiesta energetica regionale e circa il 2% di quella nazionale, producendo 6105 GWh/anno grazie ai 37 impianti esistenti e ad una potenza installata di 916 MWe (MegaWatt-elettrici). Nella produzione geotermoelettrica mondiale, guidata dagli Stati Uniti, l'Italia si posiziona all'ottavo posto mentre in Europa rimane leader nel settore insieme a Islanda e Turchia. L'Islanda, in particolare, trovandosi al di sopra di una dorsale oceanica che trasferisce il calore interno del mantello terrestre alla superficie, è in una situazione geologica privilegiata, producendo circa il 25-30% del proprio fabbisogno di energia elettrica dalle centrali geotermiche.

L'energia che oggi producono le centrali geotermiche italiane è paragonabile, come ordine di grandezza, alla quantità di energia prodotta da un reattore nucleare di taglia medio-piccola. Ricordiamo che un reattore nucleare ha solitamente una potenza compresa tra 600 e 1600 MWe e una produzione di energia che può arrivare fino a circa 14.000 GWh/anno. Attualmente solo le centrali termoelettriche a combustibili fossili raggiungono queste potenze con una sola unità. In Italia, nelle ore di punta, con i consumi attuali da parte dell'intero sistema pubblico e privato, industrie comprese, consumiamo anche oltre 50 GigaWatt, come possiamo monitorare costantemente sul sito di [Terna](#): ciò significa che l'energia geotermica prodotta in Italia rappresenta circa un cinquantesimo dell'energia elettrica nazionale (2%).

Ma come è possibile produrre energia dal calore terrestre? La risposta è principalmente nei fluidi e nel vapore che si originano nella crosta terrestre in aree particolarmente calde, ma non solo: il solo gradiente di temperatura tra la superficie terrestre e poche decine di metri nel sottosuolo, anche senza la presenza di fluidi naturali, permette di generare energia. Nella crosta terrestre, infatti, la temperatura aumenta in media di circa 30°C ogni 1000 metri, ma in alcune zone può aumentare anche di 100°C: in aree vulcaniche o in cui la crosta è particolarmente sottile, il gradiente geotermico assume un valore doppio ma anche triplo rispetto a quello normale. Ma chi sono le principali sorgenti di calore? Sono il decadimento radioattivo degli elementi presenti all'interno del pianeta, il calore primordiale residuale legato al processo di accrezione e bombardamento dei planetesimi che hanno generato la Terra, e la presenza di corpi magmatici. È questo il caso delle aree in cui troviamo i [sistemi geotermici convenzionali](#) (o idrotermali). Il vapore può risalire da rocce ricche in acqua e gas (serbatoio profondo o reservoir geotermico), poste a migliaia di metri di

profondità all'interno della crosta terrestre. Il vapore può arrivare in superficie spontaneamente, per esempio attraverso fratture nel terreno, oppure tramite pozzi ad hoc. Quando il vapore arriva in superficie può essere convogliato in turbine generando energia meccanica che grazie agli alternatori viene poi trasformata in energia elettrica (figura 1).

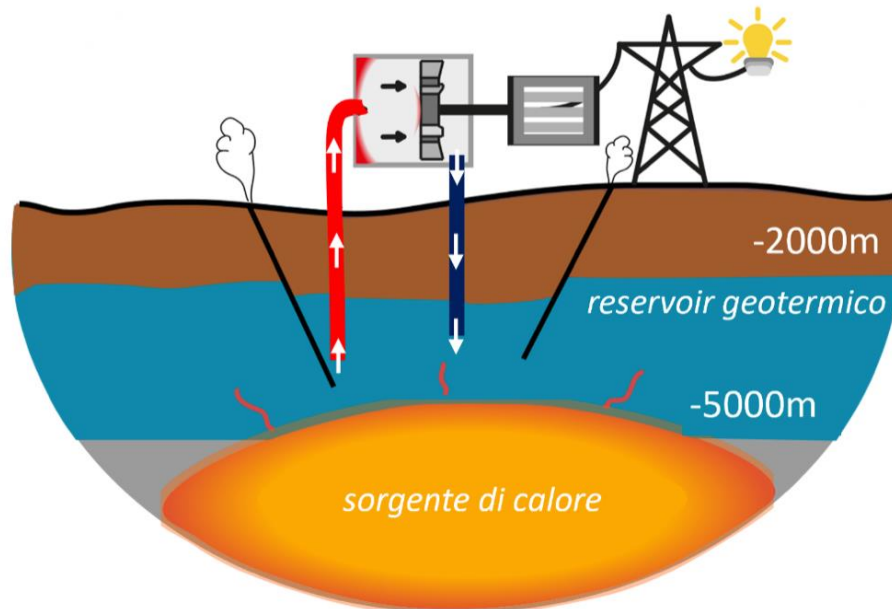


Figura 1: Schema semplificato di una porzione superficiale di crosta terrestre dove i fluidi caldi (es. vapore) provenienti da un reservoir (serbatoio) geotermico, compreso tra 2000 e 5000 metri di profondità e scaldato da un corpo magmatico (sorgente di calore), viene utilizzato per produrre energia elettrica. Il vapore fuoriesce naturalmente in superficie (fumarole) anche attraverso faglie e fratture che costituiscono vie preferenziali di risalita per i fluidi. In rosso è indicato il pozzo dal quale viene estratto il vapore mentre in blu, il pozzo attraverso il quale si fa confluire verso il reservoir l'acqua risultante dalla condensazione del vapore passato in turbina. Questo permette di garantire una maggiore efficienza e sostenibilità della risorsa geotermica (modificato da <https://ingvambiente.com/2019/05/28/impariamo-a-conoscere-lenergia-geotermica-e-luso-che-se-ne-puo-fare/>).

In genere, i reservoir geotermici estremamente ricchi in vapore, hanno temperature superiori ai 220°C (sistemi geotermici a vapore dominante), riescono a produrre notevoli quantità di energia ma non sono molto diffusi sul nostro Pianeta. In Italia siamo particolarmente fortunati poiché Larderello ne rappresenta però un prezioso esempio. Tuttavia, tra i 100 e i 220°C, si possono trovare molte risorse geotermiche, definite a liquido dominante, dove il fluido nel serbatoio (reservoir geotermico) è quasi totalmente acqua calda e in minima

parte vapore. In questo caso l'acqua che risale dai pozzi, arrivando in superficie, si trasformerà in parte in vapore attivando il sistema turbina-alternatore, e producendo energia elettrica. Le risorse geotermiche possono quindi avere differenti temperature e in base a queste se ne può fare un diverso uso. In particolare, vengono distinte risorse di bassa, media e alta entalpia, caratterizzate rispettivamente da temperature inferiori ai 90°C, 150°C e maggiori di 150°C (figura 2).

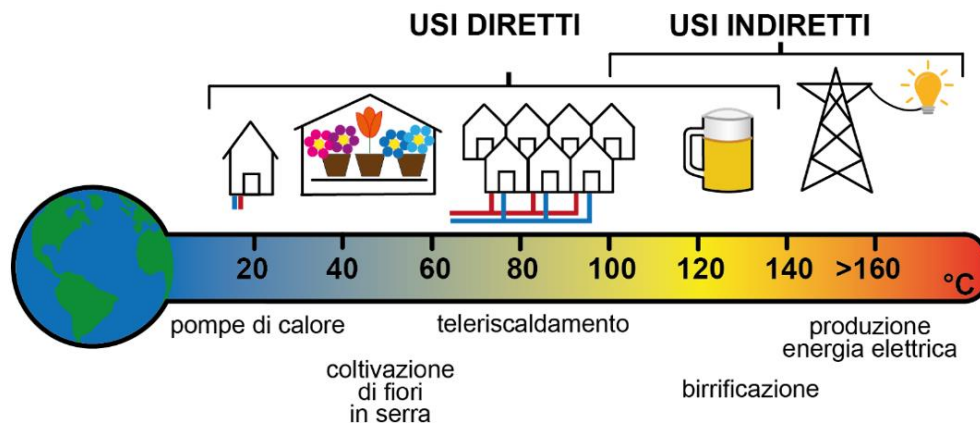


Figura 2: Range di temperatura delle risorse geotermiche e usi diretti e indiretti che se ne possono fare. Tra gli usi diretti vengono mostrati solo alcuni esempi ma lo spettro di utilizzi è molto più ampio. Possiamo infatti citare l'uso delle acque calde nella balneoterapia, oppure negli allevamenti o itticultura, o altre applicazioni industriali come la produzione della carta, l'essiccamento della frutta o la produzione di formaggio (Fonte: <https://ingvambiente.com/2019/05/28/impariamo-a-conoscere-lenergia-geotermica-e-luso-che-se-ne-puo-fare/>).

Le risorse di alta entalpia (>150°C), o alta temperatura, sono quindi quelle con la potenza maggiore e in grado di produrre le maggiori quantità di energia elettrica. In Italia, siamo molto ricchi di risorse geotermiche caratterizzate da elevate temperature, e per meglio quantificare la loro presenza ci viene in aiuto la mappa delle temperature a 3000 metri di profondità (figura 3) dove le aree nel colore arancio-rosso risaltano subito all'occhio. Sono proprio queste le zone in cui la crosta terrestre superficiale raggiunge temperature particolarmente anomale rispetto al normale gradiente geotermico. Sono le aree lungo il margine peri-tirrenico e corrispondono alle zone dove oggi troviamo sorgenti termali molto suggestive (es. Saturnia, Bagni di San Filippo, Bullicame) e che furono caratterizzate, a partire da centinaia di migliaia di anni fa, da numerosi

fenomeni vulcanici, che andando verso sud si manifestano ancora attivamente (es. Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia, Etna e Isole Eolie).

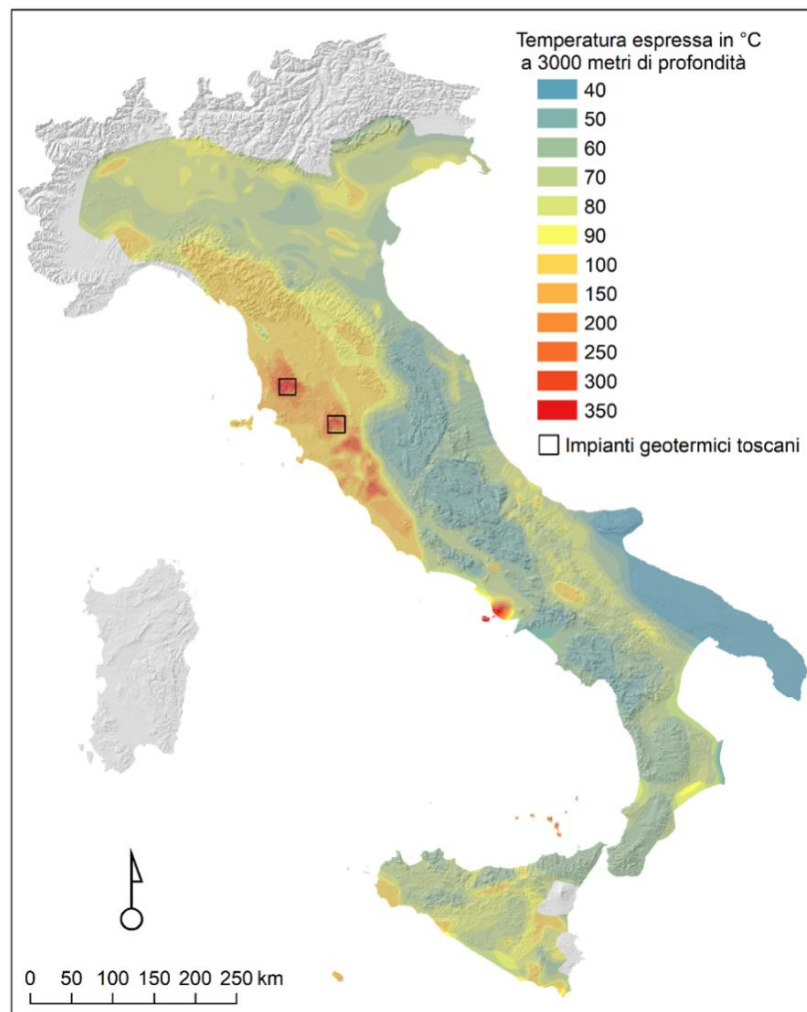


Figura 3: Distribuzione delle temperature a 3000 metri di profondità (da Geothopica <http://geothopica.igg.cnr.it/>). Sono mostrate anche le aree dove sono installati gli impianti geotermici toscani.

Nonostante la diffusa estensione, sotto i nostri piedi, di aree molto calde, oggi in Italia si produce energia geotermoelettrica solamente nella regione Toscana dimostrando che non si è riusciti negli anni a diffondere il virtuoso modello toscano anche in altre regioni altrettanto promettenti. Questo rappresenta per i piani energetici nazionali, susseguitisi negli anni, un grande gap evolutivo legato probabilmente alla maggiore apparente economicità dei combustibili fossili. L'Italia è un paese ancora fortemente dipendente da gas e olio, con una grande dipendenza energetica da fornitori stranieri. L'attuale crisi geopolitica dettata dal [conflitto Russia-Ucraina](#) e il periodo pandemico non ancora concluso, segnano ancora di più il peso di questa dipendenza, rendendo evidente la necessità di rivedere i piani energetici nazionali, mirando

all'intensificazione dell'uso di risorse energetiche rinnovabili che possano aiutare ad aumentare l'indipendenza energetica favorendo allo stesso tempo la sostenibilità ambientale.

Nello spettro energetico globale, la geotermia non rappresenta la soluzione completa del problema, ma è una delle risorse principali in grado di guidare la transizione e l'autonomia energetica; il suo contributo può essere sicuramente prezioso per il miglioramento dello status energetico locale, non solo attraverso la produzione di energia elettrica, ma anche attraverso gli usi termici, come il teleriscaldamento-affrescamento e pompe di calore. Negli Stati Uniti, oltre un milione di abitazioni utilizzano pompe di calore geotermiche, contribuendo significativamente al risparmio energetico attraverso la geotermia a bassa entalpia ed utilizzando molto spesso un gradiente geotermico medio (30°C/km). L'incremento nell'uso dell'energia geotermica può dunque essere una scelta vincente per migliorare la qualità della vita delle comunità locali e per favorire processi virtuosi di economia circolare.

L'Italia manca da decenni di un serio piano strategico sulle risorse energetiche, e in questi mesi ne paghiamo care le conseguenze. Sono di conseguenza estremamente necessari, oltre ad investimenti nella ricerca, anche investimenti nell'innovazione tecnologica ed azioni concrete che permettano di armonizzare e ottimizzare gli iter burocratici e la normativa che regolano l'esplorazione e utilizzo delle risorse geotermiche in Italia. Una normativa molto attenta alla tutela delle comunità, del cittadino e della sostenibilità ma troppo spesso farraginoso e poco fluida. Sono inoltre necessarie concrete azioni informative destinate soprattutto alle popolazioni che vivono potenziali territori geotermici, cercando di portare loro benefici diretti che possano supportare le proprie comunità locali, e corrette informazioni necessarie a comprendere il fenomeno e i possibili rischi associati verso i quali, a oggi, si rileva spesso una grandissima confusione nozionistica.

Molto spesso, uno dei rischi maggiori che viene citato ed associato allo sviluppo della geotermia da parte di personale non esperto nel settore è quello della sismicità indotta o innescata. Questo non rappresenta un rischio inesistente ma potenzialmente connesso a particolari tipologie di risorse geotermiche ed utilizzo, come a esempio gli Enhanced Geothermal Systems (EGS), sistemi geotermici non convenzionali migliorati artificialmente dall'uomo nella permeabilità e circolazione di fluidi attraverso stimolazioni esterne come quella idraulica o chimica. A questo riguardo si può citare l'evento sismico di Basilea del 2006 di magnitudo 3.4, quello in Corea del Sud

nel 2017 (M 5.5), o i recenti eventi del 2021 di Strasburgo–Vendenheim con magnitudo tra 3.3 e 3.6. Questi eventi sono stati generati da pressioni dei fluidi reiniettati maggiori di quelle naturali: per evitare questi eventi basta non iniettare a pressioni maggiori di quelle del giacimento geotermico. L'Italia, al contrario delle aree appena citate, ci regala molti sistemi geotermici convenzionali dove la natura dona buone permeabilità e fluidi senza necessità di doverli migliorare artificialmente. Ciò non toglie che la coltivazione delle risorse geotermiche nella nostra nazione deve garantire il rispetto delle condizioni naturali del serbatoio geotermico al fine di evitare variazioni della pressione dei pori, responsabile dell'induzione o innesco di eventi sismici.

Un altro rischio che spesso viene citato è il potenziale inquinamento delle falde e un peggioramento della quantità dell'aria. A questo riguardo, la normativa italiana è molto stringente obbligando, giustamente, gli operatori a monitoraggi serrati e pozzi impermeabili con le rocce attraversate. Una corretta azione degli stakeholders e le moderne tecnologie, come gli impianti a ciclo binario (Organic Rankine Cycle – ORC) e quelli a re-immissione totale, permettono di avere un impatto prossimo allo zero. Queste tecniche sono oramai collaudate da tempo a livello mondiale e non utilizzarle in Italia impedendo uno sviluppo della geotermia rappresenta una scelta miope e un'opportunità persa di valorizzare del calore che la Terra ci sta regalando, in una società che necessita ogni giorno di più di energia, ed energia sempre più pulita. La geotermia, finché non avremo la fusione nucleare, rappresenta un contributo relevantissimo al necessario mix energetico.

Articolo pubblicato il 31 maggio 2022 su

https://www.huffingtonpost.it/autori/soci_dell'accademia_dei_lincai/