

Le fonti di energia rinnovabili: l'energia geotermica

COS'È L'ENERGIA GEOTERMICA

L'energia geotermica è definita come "l'energia associata allo stato termico all'interno della crosta terrestre." È quindi una fonte di energia rinnovabile che sfrutta il calore che si trova sotto la superficie del nostro pianeta in ogni tipo di roccia e fluido, sia a bassi che alti livelli di profondità, con lo scopo di produrre energia geotermica. L'etimologia della parola stessa evidenzia la natura di questo tipo di energia; infatti, è costituita dai due termini greci geo (Terra) e thermos (calore). È tuttavia importante specificare che con questo termine si indica sia l'energia prodotta sia la fonte energetica.

Questa energia fuoriesce in superficie attraverso fluidi sotterranei come acqua e vapore. Il processo avviene grazie alle reazioni nucleari che portano ad un aumento della temperatura nella Terra. Dato che avvicinandosi sempre di più verso il centro della Terra la temperatura aumenta, più il calore è elevato, più l'energia geotermica che ne deriva sarà maggiore. In alcune zone in particolare le temperature del sottosuolo sono più alte che in altre aree, per esempio a causa di eventi vulcanici o tettonici, che rendono la zona più facilmente sfruttabile per l'estrazione e la produzione di energia geotermica.

COME SI PRODUCE L'ENERGIA GEOTERMICA: LE CENTRALI GEOTERMICHE

L'energia geotermica è il prodotto sia di processi naturali che artificiali. A livello naturale deriva dal processo di formazione del pianeta e dal decadimento radioattivo di certi elementi costituenti della Terra.

Esistono poi metodi artificiali, inventati dall'uomo, che ne permettono la produzione: le centrali geotermiche. Le centrali geotermiche sono delle strutture che incanalano il calore dell'interno della Terra e lo trasformano in energia elettrica rinnovabile.

Le centrali estendono il loro raggio d'azione di alcune migliaia di metri sottoterra, dove vengono collocati dei serbatoi in cui vengono raccolti i vapori e le acque riscaldate che si formano all'interno del nostro pianeta e che possono risalire proprio grazie alle crepe della roccia terrestre.

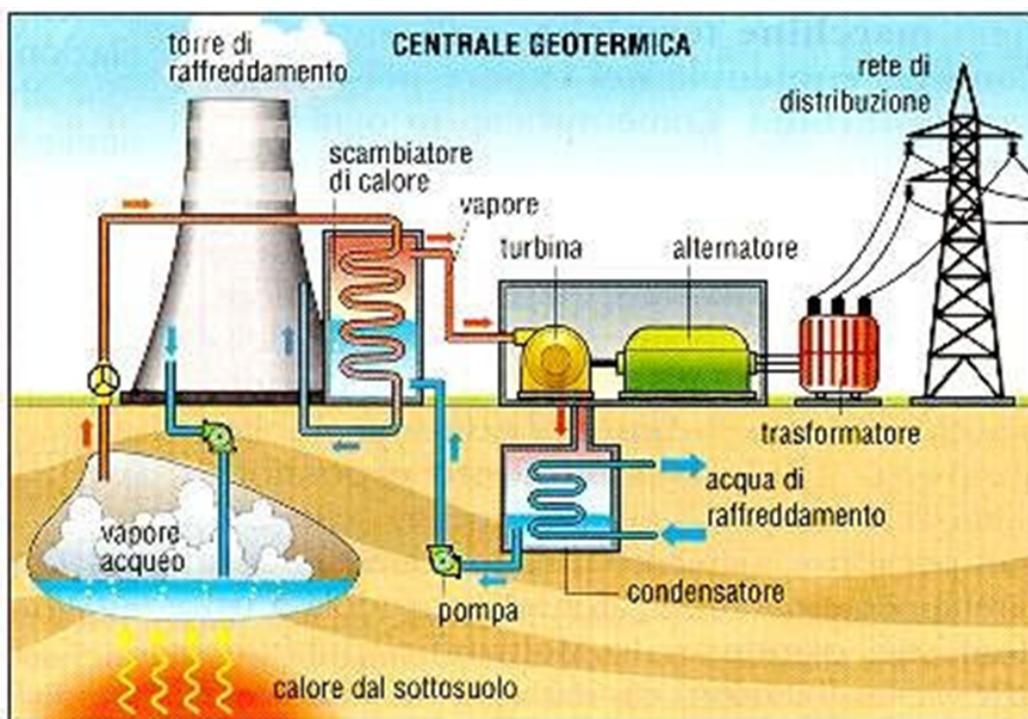


Da questi serbatoi, i vapori e le acque vengono intercettati da tubature di acciaio chiamate pozzi geotermici di estrazione che li conducono verso la superficie attraverso dei tubi chiamati vapordotti. Una volta in superficie vengono inviati ad azionare una turbina, una grande macchina di acciaio con forma di cilindro dove il vapore viene indirizzato in determinate aree, e che ne permette la trasformazione in energia meccanica.

Successivamente, essendo che la turbina è collegata ad un alternatore, l'energia meccanica viene trasformata in energia elettrica alternata; questa energia viene infine trasmessa al trasformatore, che aumenta la tensione dell'energia fino a 132.000 V e la inserisce nella rete di distribuzione.

Nel frattempo, il vapore che sta uscendo dalla turbina viene condotto in un condensatore, o scambiatore di calore, che lo riporta allo stato liquido. Ci sono però dei gas che non possono essere condensati, e che quindi, dopo essere stati purificati dagli elementi che possono costituire una fonte di inquinamento come mercurio e idrogeno solfato, vengono liberati nell'atmosfera.

Inoltre, grazie all'intervento di torri di raffreddamento, delle larghe torri circolari di cemento che raggiungono fino ai 100 metri di altezza, il vapore condensato viene raffreddato ancora di più. Quest'acqua raffreddata ha due scelte: può essere reimpiegata nel condensatore per abbassare la temperatura del vapore, oppure viene ricondotta nella roccia con dei pozzi di reiniezione, concludendo questo ciclo di produzione di energia e permettendo l'inizio di uno nuovo.



La quantità di energia che si può produrre dipende logicamente dalla temperatura della zona da cui si estrae vapore: più la temperatura, anche nota come gradiente termico, aumenta, più vapore si estrarrà. In media ogni 100 metri di profondità la temperatura aumenta di circa

3°, ma in particolari condizioni può elevarsi anche in modo più drastico; infatti, tra i 2000 e i 4000 metri sono presenti temperature di circa 250-350°C.

Un possibile problema si presenta qualora sottoterra non si trovi acqua a sufficienza, ma questo ostacolo viene risolto introducendo acqua fredda in profondità, cercando di mantenere anche il flusso di vapore a livello costante.

Esistono tre tipi di centrali, che si possono distinguere in base al tipo di tecnologia utilizzato per ciascuna:

- Le centrali a vapore secco (dry steam) o vapore dominante, dove il vapore ad alte temperature (più di 235°C) viene estratto dalle spaccature del terreno e lo si usa per azionare una turbina legata ad un generatore di energia elettrica.
- Le centrali ad acqua dominante (Flash), alimentate dai serbatoi con acqua superiore a 150-170 °C. Esistono quelle a singolo e doppio flash. Nella prima, l'acqua che giunge in superficie a causa della variazione di pressione diminuisce anche la propria temperatura; inoltre, quest'acqua, definita fluido geotermico, viene divisa in una parte di vapore mandata alla centrale e una seconda parte che viene rispedita nel serbatoio. Nella centrale a doppio flash, date le alte temperature, il processo che avviene nel primo tipo di centrale viene ripetuto due volte.
- Le centrali a ciclo binario, dove il fluido geotermico (acqua) fa evaporare un secondo fluido che gli scorre accanto e che ha temperatura di ebollizione minore di quella dell'acqua. Il fluido evaporato si espande nella turbina in cui viene direzionato, e viene condensato e trasformato in vapore che aziona la turbina stessa.

Le centrali quindi necessitano di sorgenti da cui prendere il vapore e produrre energia.

Esistono tre diversi tipi di sorgenti geotermiche da cui le centrali attingono:

- sorgente idrotermica, che si trova tra i 1.000 e i 2.000 metri di profondità, e in base alla pressione la sorgente può essere considerata come geotermica a vapore o ad acqua dominante. È la sorgente più comunemente sfruttata.
- sorgente geopressurizzata, tra i 3.000 e i 10.000 metri, in cui l'acqua ha temperatura abbastanza alta (intorno ai 160°C) e pressione molto elevata (circa 1.000 atm).
- sorgente petrotermica, a più di 10.000 metri di profondità. Composta per lo più da rocce calde in assenza di acqua, è per questo definita anche "Hot dry rock". Proprio la mancanza di acqua, tuttavia, rende più complicato lo sfruttamento di questa sorgente.

LE APPLICAZIONI DELL'ENERGIA GEOTERMICA

L'energia geotermica ha varie applicazioni: tra le principali si ricorda prima tra tutti ovviamente la produzione di elettricità, a cui si affiancano la produzione di calore a scopo industriale, agricolo, balneare e termale, e la climatizzazione.

Questa energia permette di produrre calore che può essere impiegato in primo luogo per il riscaldamento di serre, e quindi la crescita di piante, oppure per il riscaldamento di vasche di allevamento. Un altro uso è quello in cui il calore viene impiegato per sciogliere il ghiaccio presente su superfici come strade o piste. A livello casalingo l'energia geotermica può essere utilizzata per generare elettricità.

Un altro principale utilizzo dell'energia geotermica è la climatizzazione, cioè il riscaldamento e il raffreddamento di ambienti chiusi. Nei singoli edifici questo processo è effettuato attraverso delle pompe di calore geotermico che scambiano calore con il terreno; l'estrazione e la reintroduzione di calore nel suolo avviene invece attraverso delle sonde geotermiche, vale a dire delle tubazioni sotto la superficie. La pompa di calore regola la temperatura del fluido in base all'energia richiesta per climatizzare l'edificio, ma non sempre la pompa è necessaria, e in questo caso si parla infatti di riscaldamento o raffreddamento diretto (free heating o free cooling).

La climatizzazione può avvenire anche per un gruppo più o meno esteso di edifici attraverso il teleriscaldamento geotermico: attraverso questo processo il calore prodotto è fornito attraverso una rete di distribuzione.

L'ENERGIA GEOTERMICA IN ITALIA E NEL MONDO

L'Italia è parte dei principali produttori di energia geotermica in Europa e nel mondo. Alla base vi è la naturale ricchezza di risorse geotermiche: in diverse parti della penisola si concentrano numerose sorgenti naturali di acqua calda, che sono sfruttate per la transizione energetica nazionale verso le fonti green.

L'avvento della geotermia in Italia risale ai primi anni del Novecento; alcune fonti storiche testimonierebbero, però, lo sfruttamento in Toscana delle risorse geotermiche fin dal periodo delle popolazioni Etrusche.

Proprio in Toscana, a Larderello, in provincia di Pisa, è stato costruito il primo impianto geotermico, che portò l'Italia ad un ruolo in primo piano nell'innovazione della geotermia e nella capacità di sfruttarne le fonti.

Inizialmente veniva sfruttato il vapore che fuoriusciva naturalmente dal suolo, poi usato per la trasformazione del calore in energia elettrica trasportabile.

Parallelamente, anche la forma degli impianti è cambiata. Inizialmente il centro dell'impianto geotermico era il lagone, cioè la sorgente diretta di acqua calda mescolata al vapore a temperature che raggiungono i 150°. Oggi, invece, vengono costruiti i pozzi di iniezione ed estrazione, che penetrano nel terreno fino a 4 Km di profondità, dove, per mezzo del fluido geotermico, viene trovato e sfruttato direttamente il calore che alimenta le turbine generando energia elettrica.

La quantità prodotta e la potenza installata in Italia sono in continua crescita ad un basso ritmo, rendendo la geotermia una fonte rinnovabile dalle grandi potenzialità, ma poco sfruttata.

La regione che maggiormente rappresenta la geotermia in Italia è la Toscana: a partire da Larderello, che è la centrale geotermica più grande d'Europa. Nel corso del tempo sono state costruite numerose centrali, raggiungendo la soglia della trentina. L'energia sfruttata in Toscana deriva dall'intrusione di un plutone magmatico al di sotto del complesso vulcanico del Monte Amiata. Le province che sfruttano maggiormente le risorse geotermiche sono Pisa, Siena e Grosseto.

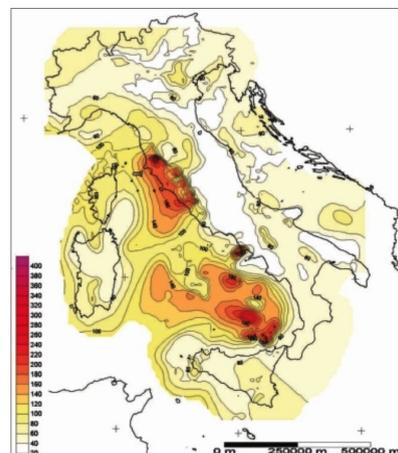
In Italia ci sono poi altre aree con un'abbondante presenza di risorse geotermiche, che, nella maggior parte dei casi, hanno un impatto minore sul bilancio energetico italiano rispetto alla Toscana. Per esempio, il Veneto, in corrispondenza dei Colli Euganei vicino a Padova; il Friuli-Venezia Giulia, nella zona intorno alla città di Grado, dove le perforazioni sono state realizzate attraverso il riscaldamento diretto degli edifici; la Campania, nei dintorni di Napoli tra i campi Flegrei e l'isola di Ischia; la Sicilia con le città di Alcamo e di Sciacca, e sulle isole Eolie e di Pantelleria; ed infine l'Emilia Romagna, con la città di Casaglia in provincia di Ferrara, dove è presente un complesso sistema di falde noto come dorsale ferrarese.

L'Italia ha un potenziale di energia geotermica sfruttabile ed estraibile che si stima valere tra i 500 milioni e i 10 miliardi di tonnellate di petrolio, cioè tra i 5800 e i 116mila terawattora di energia, con una necessità annua di poco più di 300 terawattora.

Si può parlare di circa 6 terawattora di energia ricavata ogni anno in Italia, e di una potenza installata dell'ordine degli 1,1 GW. Di questi ultimi, circa 900 MW corrispondono alla potenza delle centrali per convertire il calore in energia, mentre circa 200 MW dipendono direttamente dall'uso per il riscaldamento urbano, il termalismo, gli usi terapeutici e le coltivazioni nelle serre.

In termini di energia totale, le stime del 2018 oscillano tra i 5,71 e i 5,76 terawattora, mentre per il 2019 tra i 5,687 e i 5,689, secondo le analisi nazionali. Studi a livello europeo, per il 2019, riportano invece un valore di 6,086 terawattora.

Dato che si tratta di un numero di centrali poco elevato, le fluttuazioni da un anno all'altro possono essere dovute anche a variazioni nell'energia disponibile nel sottosuolo o a specifici interventi. Rispetto alla necessità dal punto di vista energetico nazionale, il geotermico è quantificato poco sotto il 2%, ossia il 5% circa della sola componente rinnovabile.



La mappa delle aree di interesse geotermico in Italia

A livello europeo, dal punto di vista geotermico, le nazioni più importanti sono l'Italia, l'Islanda e la Turchia. Con un totale di 1086 MW di potenza installata, l'Italia spicca rispetto a tutti gli altri Paesi del centro e del nord Europa. Infatti, la Francia non arriva nemmeno a 700 MW, la Germania sfiora i 400 MW, la Spagna supera di poco i 3 MW e il Portogallo è a 33 MW.

Nonostante l'Islanda, favorita dal punto di vista naturale, abbia una capacità installata di oltre 2900 MW, l'energia effettivamente prodotta si stanziava su una media di 6 terawattora all'anno. Irraggiungibile è invece la Turchia, sia come potenza installata, che è di circa 2500 MW, sia come energia prodotta di 7,7 terawattora. La Francia, che è il paese più avanti tra quelli dell'Europa centrale, arriva appena a 216 gigawattora annui.

In termini di potenza installata, ma anche di energia generata, l'Italia è certamente nella classifica dei primi dieci paesi al mondo. Irraggiungibili, per il momento, sono Stati Uniti e Filippine, mentre circa allo stesso livello dell'Italia sono Indonesia e Messico.

I VANTAGGI DEL "CALORE VERDE"

- Un potenziale incredibile

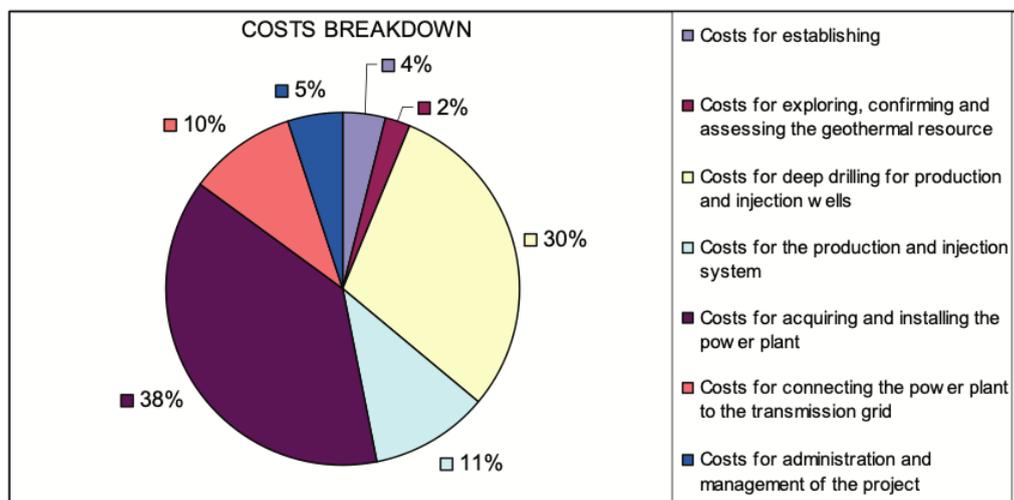
Sin dal 2006 un report del Massachusetts Institute of Technology (MIT) evidenzia come il potenziale geotermico presente sulla Terra potrebbe fornire energia verde al pianeta per 4000 anni.

- Ininterrotta e costante

Giorno, notte, sole, pioggia: nessuna di queste situazioni influisce sull'esistenza dell'energia geotermica. Il calore della Terra è sempre pienamente disponibile.

- Bassi costi di gestione

I costi variano molto a seconda delle situazioni, ma una volta realizzata, una centrale geotermica ha costi di gestione nettamente inferiori rispetto ad altre tecnologie.



- **Ambiente**

Le centrali geotermiche non sono dannose per l'ambiente, anzi, sono considerate non inquinanti: sono del tutto sostenibili in quanto, non essendoci alcuna combustione nel processo, esse non producono neppure CO₂ o altre forme di polveri sottili.

- **Riciclaggio degli scarti di produzione**

Un ulteriore vantaggio è garantito dal possibile riciclaggio degli scarti di produzione, che favoriscono il risparmio. Gli scarti di produzione vengono rimessi in circolo grazie al riciclo del vapore prodotto e l'assenza di processi di combustione riduce al minimo la necessità di interventi di manutenzione sugli impianti.

- **Occupazione**

Tra le caratteristiche che rendono il geotermico una fonte rinnovabile particolarmente vantaggiosa a livello di sistema paese c'è l'occupazione indotta. I cosiddetti green job generati dal comparto, infatti, sono molto di più a parità di potenza generata. Secondo uno studio italiano condotto dal Gestore dei servizi energetici (GSE), ciascun megawatt di potenza geotermica installato e mantenuto crea 34 posti di lavoro, contro i 19 dell'eolico e i 12 del fotovoltaico.

GLI SVANTAGGI

- **Studi preliminari**

I numeri dicono che oggi, dal geotermico, deriva all'incirca solo l'1% della produzione mondiale di energia. I giacimenti sono però dispersi e a profondità così elevate da impedirne lo sfruttamento. Dapprima è necessario infatti individuare le zone con anomalia termica positiva dove cioè il calore terrestre è concentrato: questo sarà il serbatoio o giacimento geotermico.

- **Odore sgradevole**

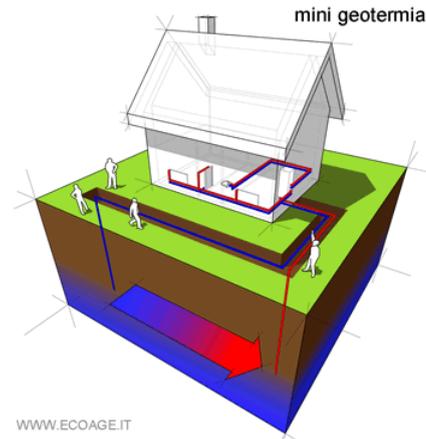
Dalle zone termali, insieme al vapore, fuoriesce anche un odore sulfureo; un problema poco tollerato dalle persone che risiedono nelle vicinanze dei siti ma ampiamente risolvibile attraverso opportuni impianti di abbattimento.

- **Paesaggio**

Un impianto geotermico è sempre un "enorme groviglio di tubature" che può deturpare il paesaggio: anche in questo caso, sono stati compiuti grandi passi in avanti attraverso soluzioni rispettose del contesto.

Di recente si sta sviluppando anche un settore della bio-architettura specializzato nella mini-geotermia. In quest'ultimo caso la produzione viene affidata a piccoli impianti condominiali, in grado di sfruttare il calore nel sottosuolo per garantire l'approvvigionamento termico degli appartamenti.

Il costo di realizzazione di questi impianti è però ancora troppo elevato per diventare un'opzione accettabile.



TENDENZE, INNOVAZIONI E OSSERVAZIONI

Una delle prospettive più allettanti del geotermico, condivisa peraltro con molte altre fonti rinnovabili, è la crescita del rendimento. Se fino a pochi decenni fa ci si fermava appena a qualche punto percentuale, oggi gli impianti geotermici arrivano oltre il 20% (le pompe di calore anche al 50%) e sono in grado di ricavare quantità di energia fino a 4 volte maggiori di quella che occorre per mantenerli in funzione.

GOAL 7: ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE

Ridurre drasticamente l'utilizzo di combustibili fossili e fornire a tutti l'accesso a un'energia rinnovabile in quantità sufficiente ai bisogni è il Goal 7 dell'Agenda 2030. La sensibilità verso i temi della salvaguardia ambientale e la produzione di energia pulita è cresciuta negli ultimi anni a livello globale, creando le premesse per progetti e pratiche a favore della sostenibilità energetica.

Il Goal 7 ha fatto registrare segnali incoraggianti, con una diffusione significativa dell'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili. Anche nei Paesi più poveri è aumentato l'accesso all'elettricità, assieme a un altro fattore decisivo: l'efficienza energetica.

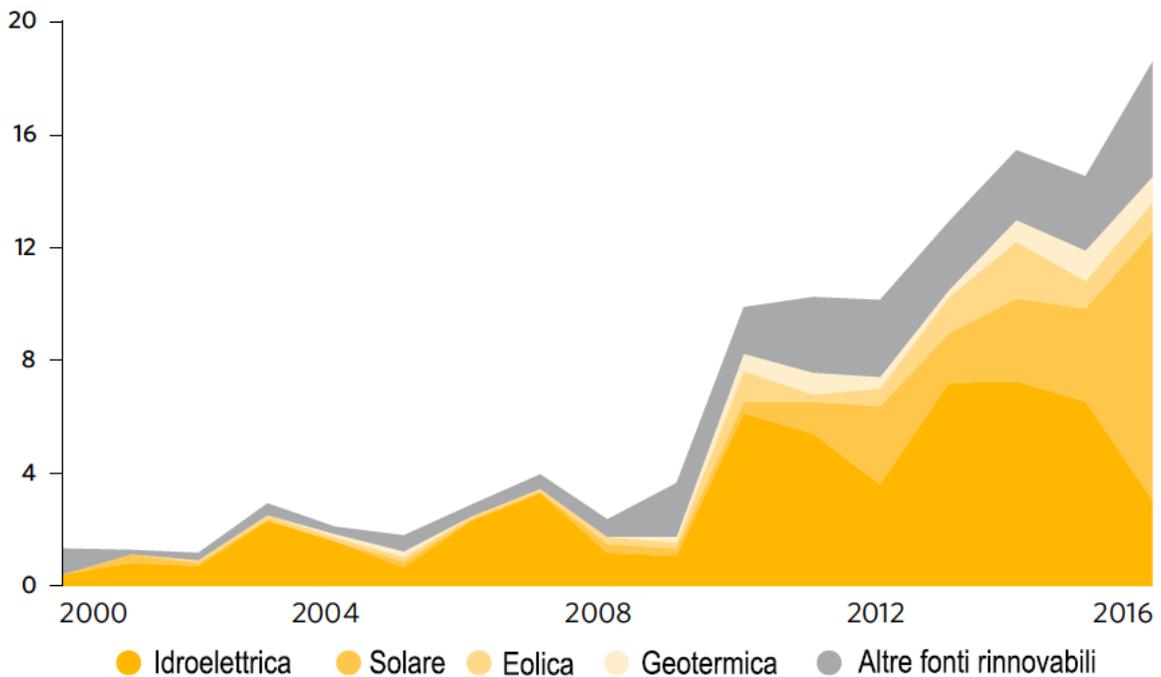
I traguardi

Secondo il World Energy Outlook 2019, nel mondo il consumo di energia è ancora ampiamente dipendente dalle fonti fossili (31% petrolio, 27% carbone, 23% gas). Anche considerando la sola produzione di energia elettrica, le principali fonti sono carbone (38%), gas (23%) e idroelettrico (16%).

La strada per una riconversione energetica a fonti rinnovabili è ancora lunga.

Nonostante questa situazione, lo scenario auspicato in tempi lunghi prevede una diminuzione della domanda globale di energia (nel 2040) e una riduzione delle emissioni di CO₂ fino a raggiungere il livello *net-zero* nel 2070.

In una prospettiva di promozione dell'energia pulita e rinnovabile, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo, gli investimenti finanziari ufficiali ci danno un segnale interessante: le quote azionarie nel settore dell'energia idroelettrica sono passate dal 60% (tra il 2000 e il 2009) a circa il 40 per cento (tra il 2010 e il 2016). Al contrario, gli investimenti in aziende e progetti inerenti a energia eolica, geotermica e soprattutto solare sono aumentati.



Investimenti finanziari (dal 2000 al 2016) nelle energie rinnovabili nei Paesi in via di sviluppo.

Per diffondere l'utilizzo dell'elettricità nelle regioni più arretrate è necessario che le popolazioni acquisiscano le conoscenze e le tecnologie necessarie per produrla in modo autonomo. La mancanza di una rete elettrica cui collegarsi non significa che non si possa utilizzare l'elettricità.

Bibliografia e sitografia:

VIVIENERGIA: <https://www.vivienergia.it/casa/vivipedia/guida-energia/energia-geotermica>

National Geographic:

<https://www.nationalgeographic.com/environment/article/geothermal-energy>

ENEL GREEN POWER:

<https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/energie-rinnovabili/energia-geotermica>

<https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/energie-rinnovabili/energia-geotermica/italia>

ACEA ENERGIA <https://www.acea.it/guide/energia-geotermica>

TUTTO GREEN <https://www.tuttogreen.it/energia-geotermica-vantaggi/>

COSTS AND FINANCIAL RISKS OF GEOTHERMAL PROJECTS:

<https://geothermalcommunities.eu/assets/elearning/9.17.COSTS.pdf>

Goal 7: Energia pulita e accessibile:

<https://blog.geografia.deascuola.it/articoli/agenda-2030-goal-n-7-energia-pulita-e-accessibile>

CENTRALI GEOTERMICHE

<https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/energie-rinnovabili/energia-geotermica/centrali-geotermiche>

UNIONE GEOTERMICA <https://www.unionegeotermica.it/che-cosa-e-lenergia-geotermica/>