

SFRUTTARE IL CALORE DELLA TERRA:

tecnologie, applicazioni e
prospettive della geotermia in Italia





AUTORI

Adriano Falcone
Achille Iaccarino
Giovanni Remonti

CURATORI

Riccardo Antonucci
Nathan Senise Volpe

SI RINGRAZIA

Alessia Sementilli



CHI SIAMO

AWARE è un Think Tank nato nell'**ottobre del 2019** che si pone l'obiettivo ultimo di contribuire alla definizione del futuro che verrà stimolando la **riflessione** e il **dibattito** sulle nuove sfide del mondo contemporaneo.

Per farlo sono stati individuati due macro argomenti che meglio rappresentano le chiavi per leggere e guidare il futuro del nostro pianeta:

- **l'evoluzione delle tecnologie e del settore digitale nelle sue declinazioni;**
- **lo sviluppo sostenibile,** basato su tre pilastri (sociale, economico ed ambientale).

INDICE

> <u>Abstract</u>	p. 1
> <u>Introduzione</u>	p. 2
> <u>Geotermia: Tecnologie, Applicazioni e Potenziale</u>	p. 3
<u>Tecnologie Geotermiche: un'analisi aggiornata</u>	p. 4
<u>Applicazioni della geotermia: generazione di energia elettrica</u>	p. 5
<u>Impianti a Vapore Secco</u>	p. 6
<u>Impianti a Flash</u>	p. 6
<u>Impianti Binari</u>	p. 7
<u>Applicazioni della Geotermia: uso diretto del calore</u>	p. 8
> <u>Geotermia: presente e futuro</u>	p. 10
<u>Nel mondo e in Europa</u>	p. 11
<u>Geotermia ad uso indiretto (power generation)</u>	p. 12
<u>Geotermia ad uso diretto (heating and cooling)</u>	p. 13
<u>Il confronto con le altre rinnovabili: sfide e vantaggi</u>	p. 16
<u>Sfide</u>	p. 18
<u>Vantaggi</u>	p. 20
<u>Il potenziale geotermico in Italia</u>	p. 22
> <u>Rimozione delle barriere e valorizzazione del geotermico</u>	p. 23
<u>Politiche e interessi UE e IT: verso un futuro sostenibile?</u>	p. 24
<u>In Europa</u>	p. 24
<u>In Italia</u>	p. 25
<u>Focus sul Decreto FER-2: nuove opportunità per la geotermia</u>	p. 27
<u>Geotermia tradizionale</u>	p. 27
<u>Geotermia a emissioni nulle</u>	p. 28
<u>Procedure accelerate e sostenibilità</u>	p. 28
<u>Sfide</u>	p. 28
<u>Sviluppo di competenze e filiera: la chiave per il successo</u>	p. 29
> <u>Proposte di Policy</u>	p. 31
> <u>Conclusioni</u>	p. 33
<u>Bibliografia e Sitografia</u>	p. 34
<u>Contatti</u>	p. 36

ABSTRACT

Il presente documento esplora il potenziale dell'energia geotermica come fonte rinnovabile e sostenibile. Vengono analizzate le diverse **tecnologie geotermiche**, dalle tradizionali centrali elettriche, alle più recenti soluzioni a bassa entalpia per il riscaldamento e il raffreddamento.

Si esaminano inoltre le applicazioni della geotermia nel settore industriale e agricolo, oltre al suo ruolo nel contesto energetico globale e italiano.

Il documento evidenzia i vantaggi della geotermia in termini di **stabilità di produzione, basso impatto ambientale e potenziale di decarbonizzazione**. Tuttavia, vengono anche discusse le sfide che limitano la diffusione di questa tecnologia, quali i costi iniziali elevati, le complessità geologiche e le barriere normative.

La seconda parte del lavoro si concentra sull'**analisi del quadro normativo italiano ed europeo**, con particolare attenzione al nuovo Decreto FER-2, che introduce incentivi e semplificazioni per lo sviluppo della geotermia. Si sottolinea l'importanza di investire in ricerca e sviluppo, di formare nuove competenze e di promuovere una maggiore collaborazione tra pubblico e privato per sbloccare il potenziale di questa risorsa energetica.

In conclusione, il lavoro evidenzia come la geotermia sia destinata a giocare un ruolo sempre più importante nel mix energetico del futuro a condizione che istituzioni, investitori privati e società civile lavorino in maniera sinergica nel superare le attuali barriere e sfruttare appieno il potenziale geotermico.

INTRODUZIONE

L'esigenza sempre più pressante di implementare un modello energetico sostenibile e decarbonizzato pone al centro dell'attenzione le fonti rinnovabili. La crescente domanda di tali fonti ha riacceso l'interesse per una fonte energetica quasi dimenticata: la geotermia. Quest'ultima, sfruttando il calore proveniente direttamente dal cuore della Terra, emerge come una risorsa energetica pulita e a basso impatto ambientale, capace di fornire energia elettrica e termica in modo costante ed affidabile.

Tuttavia, nonostante le sue indubbie potenzialità, la geotermia si trova ancora ad affrontare una serie di sfide che ne limitano la diffusione su larga scala. Dai costi iniziali elevati legati all'esplorazione e alla costruzione degli impianti, alla necessità di risorse geotermiche in specifiche localizzazioni geografiche, fino alle preoccupazioni ambientali legate all'induzione sismica, sono molti gli ostacoli da superare.

Questo studio si propone di analizzare a fondo queste sfide, esplorando le soluzioni tecnologiche più innovative e le politiche energetiche necessarie per sbloccare il potenziale della geotermia. Attraverso un'analisi approfondita delle applicazioni attuali e delle prospettive future, cercheremo di comprendere perché questa fonte energetica, pur essendo così promettente, non abbia ancora raggiunto la diffusione che merita.

GEOTERMIA: TECNOLOGIE, APPLICAZIONI E POTENZIALE



Tecnologie Geotermiche: un'analisi aggiornata

L'energia geotermica è una delle fonti rinnovabili più sostenibili dal punto di vista ambientale, capace di sfruttare il calore interno della Terra generato dal decadimento di elementi radioattivi, presenti naturalmente all'interno delle rocce della crosta e del mantello. Tale capacità si traduce nella possibilità di generare energia in maniera di fatto continua e non dipendente dalle condizioni meteorologiche.

Il calore generato dalla Terra aumenta all'aumentare della profondità. Per fornire un riferimento, si stima che ogni km di profondità il calore terrestre aumenti di 25-30°C, il cosiddetto "gradiente geotermico". Tale riferimento, è da considerarsi generico in quanto in alcune aree del mondo questo valore può raggiungere i 100-150°C/km – come accade ad esempio in corrispondenza delle dorsali oceaniche o in aree vulcaniche, cioè dove ci sono grandi masse magmatiche a poca distanza dalla superficie. Non è un caso che in Islanda sia stato avviato recentemente un progetto, Krafla Magma Testbed¹, finalizzato a comprendere la fattibilità di estrarre fluidi provenienti da una caldera vulcanica per poi convertirli in energia geotermica.

Un ulteriore elemento che testimonia l'efficienza della geotermia consiste nel suo fattore di utilizzazione, cioè il tempo a disposizione alla massima potenzialità. Infatti, si stima che l'energia geotermica abbia un fattore di utilizzazione pari all'80% paragonabile a quella nucleare in termini di ore equivalenti di funzionamento. Tale percentuale supera di gran lunga il circa 20% dell'energia solare ed eolica.

Tuttavia, sebbene l'energia geotermica abbia notevoli potenzialità, ad oggi, non è riuscita a diffondersi su grande scala. Le motivazioni sono differenti e possono essere ricondotte a quattro tipologie di limitazioni: economiche, tecniche, sociali e politico-normative.

In particolare, a differenza di altre fonti rinnovabili, il geotermico richiede un notevole investimento iniziale legato principalmente ai costi di impianto e perforazione. Inoltre, sotto un punto di vista tecnico va chiarita la distinzione tra geotermia a bassa ed alta "entalpia"².

La prima consiste nello sfruttare il calore termico presente a 10-15 metri in profondità, che rimane costante per tutto l'arco dell'anno al fine di soddisfare, ad esempio, esigenze di riscaldamento e raffreddamento di singoli edifici, abitazioni e complessi residenziali.

[1] [Krafla Magma Testbed Website](#)

[2] L'entalpia esprime la quantità di energia interna che un sistema termodinamico può scambiare con l'ambiente ed è usata per esprimere il contenuto termico (energia termica) dei fluidi, e dà un'idea approssimativa del loro "valore". Maggiore è l'entalpia, più energia può essere estratta per la produzione elettrica o usi termici.

La seconda invece consiste nella produzione di energia elettrica sfruttando direttamente il calore interno della terra attraverso pozzi geotermici profondi, che raggiungono temperature elevate, solitamente superiori ai 150°C. Si tratta dunque di un sistema più complesso, che richiede infrastrutture di grandi dimensioni: un esempio ben noto in Italia è quello della centrale elettrica di Larderello, in Toscana.

Tale differenza è importante per comprendere che mentre soluzioni a bassa entalpia non hanno rilevanti criticità tecniche, le soluzioni ad alta entalpia presentano insidie tecniche non trascurabili come ad esempio rischi legati alla sismicità indotta, cioè quei fenomeni sismici indotti da attività umane che alterano la composizione geochemica del sottosuolo.

Infine, in relazione alle limitazioni sociali e politico-normative, va menzionato il fenomeno del NIMBY ("Not In My Back Yard") che in molte circostanze rappresenta un ostacolo alla realizzazione di centrali geotermiche, e.g. Orvieto. A ciò si aggiunge la modifica del Titolo V della Costituzione che ha conferito titolarità alle regioni nella gestione delle risorse geotermiche, determinando complessità ed eterogeneità.

Alla luce di quanto finora descritto, è possibile rilevare come la geotermia rappresenti una fonte energetica rinnovabile caratterizzata da enormi potenzialità che risultano però non facilmente capitalizzabili al pari di altre fonti energetiche rinnovabili. Nonostante ciò, negli ultimi anni, le tecnologie geotermiche hanno subito significativi avanzamenti, aumentando l'efficienza e l'accessibilità di questa risorsa, soprattutto a livello domestico ed industriale.

Di seguito approfondiremo più nel dettaglio le due principali applicazioni della geotermia: generazione di energia elettrica (alta entalpia) ed uso diretto del calore (bassa entalpia).

Applicazioni della geotermia: generazione di energia elettrica

Le tecnologie geotermiche funzionali alla generazione di energia elettrica sfruttano il calore terrestre per produrre elettricità in maniera sostenibile e costante. A seconda delle caratteristiche del fluido geotermico presente nel sottosuolo, si distinguono diverse tipologie di impianti geotermici, ciascuno con specifiche tecnologie e potenzialità. Tra gli altri, si distinguono gli impianti a "Vapore Secco", "Flash" e "Binari". Come anticipato, tali tecnologie vengono definite ad alta entalpia in quanto riescono a generare energia elettrica sfruttando direttamente il calore che viene emanato dal suolo terrestre.

Impianti a Vapore Secco

Gli impianti a vapore secco sono tra i più antichi e semplici sistemi per la generazione di energia geotermica. Questi impianti utilizzano direttamente il vapore geotermico asciutto che emerge dalle riserve sotterranee. Il vapore, ad alta pressione, viene convogliato verso una turbina, facendo girare il rotore che genera elettricità. Questa tecnologia è altamente efficiente ma richiede risorse geotermiche con temperature molto elevate, superiori ai 150°C, e condizioni specifiche di vapore, limitando la sua applicabilità a poche aree nel mondo e.g., California, Nevada.

Impianti Flash

Gli impianti flash sono più diffusi e utilizzano acqua geotermica³ ad alta temperatura, tipicamente compresa tra 182°C e 350°C. In questo processo, l'acqua ad alta pressione viene estratta dal sottosuolo e fatta passare attraverso un serbatoio a pressione ridotta, dove subisce un rapido abbassamento di pressione (flash), trasformandone una parte in vapore. Il vapore prodotto aziona una turbina collegata a un generatore. Esistono diverse configurazioni di impianti flash:

- **Singolo Flash:** Il fluido geotermico viene sottoposto a una singola fase di depressurizzazione;
- **Doppio Flash:** Il fluido viene depressurizzato in due fasi successive, aumentando l'estrazione di vapore e quindi l'efficienza;
- **Triplo Flash:** Prevede tre fasi di depressurizzazione, massimizzando l'uso del calore disponibile.

Questi impianti sono più versatili rispetto agli impianti a vapore secco, poiché possono operare con una gamma più ampia di temperature. Esempi di impianti Flash sono stati realizzati soprattutto in Islanda.

[3] Acqua presente nel sottosuolo terrestre che viene riscaldata dal calore interno della Terra

Impianti Binari

Gli impianti binari rappresentano una tecnologia avanzata che consente di utilizzare risorse geotermiche a temperature relativamente basse, generalmente comprese tra 100°C e 182°C. In questi impianti, l'acqua geotermica non viene utilizzata direttamente per azionare le turbine. Invece, viene utilizzata per riscaldare un fluido secondario (di solito un idrocarburo come l'isobutano o il pentano) che ha un punto di ebollizione inferiore a quello dell'acqua. Il fluido secondario evapora a contatto con il calore dell'acqua geotermica e il vapore prodotto aziona la turbina. Dopo aver azionato la turbina, il vapore viene condensato e riciclato nel sistema in un ciclo chiuso. Questa tecnologia amplia notevolmente l'applicabilità della geotermia, rendendola utilizzabile in molte più aree geografiche rispetto agli impianti a vapore secco o flash. In Toscana, ad Abbadia San Salvatore, recentemente è stato siglato un accordo⁴ finalizzato a realizzare un esempio di impianto di questa tipologia.

A dimostrazione dell'elevato potenziale delle tecnologie appena descritte, un recente studio Ambrosetti⁵ ha evidenziato come **le tecnologie geotermiche ad alta entalpia abbiano il potenziale di soddisfare circa il 10% della domanda elettrica italiana al 2050.**

[4] [Sorgenia - Impianto geotermico in Val di Paglia.](#)

[5] Tavazzi, «La geotermia a emissioni nulle per accelerare la decarbonizzazione e creare sviluppo in Italia».

Applicazioni della Geotermia: uso diretto del calore

Erroneamente la geotermia è spesso meramente associata alla produzione di energia elettrica; tuttavia, le sue applicazioni si estendono ben oltre. Il calore contenuto nel sottosuolo può essere estratto e utilizzato direttamente per riscaldare edifici, serre, piscine e persino per processi industriali. Questo approccio, noto come geotermia ad uso diretto, offre un'alternativa sostenibile ai tradizionali sistemi di riscaldamento, contribuendo a ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici. A differenza delle tecnologie geotermiche funzionali a generare energia elettrica, tali tecnologie vengono definite a bassa entalpia in quanto sfruttano il calore proveniente dalle zone più superficiali del sottosuolo per soddisfare prevalentemente esigenze di riscaldamento e raffreddamento.

In particolare, **il riscaldamento e il raffreddamento degli edifici rappresentano una delle applicazioni più comuni e diffuse del calore geotermico**. Le pompe di calore geotermiche (GHP) sfruttano la temperatura costante del terreno per fornire calore in inverno e raffreddamento in estate. Questo processo avviene tramite un circuito chiuso di tubazioni interrate, all'interno delle quali circola un fluido termovettore⁶ che scambia calore con il terreno. In inverno, il fluido assorbe il calore dal terreno e lo trasferisce all'interno dell'edificio; in estate, il processo viene invertito, e il calore interno viene dissipato nel terreno. L'utilizzo delle GHP migliora notevolmente l'efficienza energetica degli edifici, riducendo i costi operativi e le emissioni di gas serra.

Nel settore agricolo, il calore geotermico è utilizzato per riscaldare le serre, consentendo di estendere le stagioni di crescita e migliorare la resa delle colture. Questa applicazione è particolarmente vantaggiosa in regioni con climi freddi, dove le serre possono trarre notevoli benefici dal riscaldamento geotermico. Inoltre, l'energia geotermica può essere impiegata per l'essiccazione dei prodotti agricoli, accelerando il processo e migliorando la qualità dei prodotti finiti.

Benefici dall'utilizzo dell'acqua geotermica trovano riscontro anche in piscine e centri termali, sia per scopi ricreativi che terapeutici. Le sorgenti termali naturali sono state sfruttate per millenni per questi scopi, offrendo benefici per la salute e fungendo da attrazione turistica. Queste applicazioni contribuiscono allo sviluppo economico locale,

[6] Fluido che ha la funzione di trasportare il calore da una fonte a un utilizzatore.



attirando visitatori e migliorando il benessere della comunità.

Inoltre, il calore geotermico può essere utilizzato in vari processi industriali, come l'essiccazione del legno e la pastorizzazione del latte. L'impiego diretto del calore geotermico in questi processi industriali può migliorare l'efficienza energetica, ridurre i costi operativi e diminuire l'impatto ambientale.

Infine, una delle applicazioni emergenti della geotermia riguarda la desalinizzazione dell'acqua. Utilizzando il calore geotermico per alimentare i processi di desalinizzazione, è possibile produrre acqua dolce da fonti saline o salmastre. Questa applicazione risulta particolarmente utile in regioni aride, dove la scarsità d'acqua rappresenta una sfida significativa. A riguardo, Floridia et al (2022) ⁷, studio dell'Università di Catania in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), hanno ricostruito il modello tridimensionale della litosfera della regione Sicilia e quantificato il suo regime termico. I loro risultati dimostrano che **le aree vulcaniche dell'Etna sono idonee allo sfruttamento delle risorse geotermiche a medio-alta entalpia**. Alla luce della grave siccità che ha colpito proprio la Sicilia nell'estate 2024, l'utilizzo di impianti geotermici per la generazione dell'energia necessaria agli impianti di desalinizzazione rappresenterebbe una soluzione sostenibile e contribuirebbe a garantire una risorsa essenziale come l'acqua alle comunità locali.

Alla luce delle differenti tecnologie geotermiche appena descritte è evidente come **il futuro della geotermia, soprattutto in Italia, passi da un lato nel promuovere nuovi impianti finalizzati a generare energia elettrica per le comunità locali e dall'altro dal diffondere la cultura del geotermico ad uso diretto a fasce più ampie della popolazione**. A tal proposito, la politica deve assumersi la responsabilità di accompagnare il cittadino nella valutazione delle varie soluzioni di riscaldamento e raffreddamento in linea con le caratteristiche del territorio.

Indubbiamente, che si parli di geotermia a bassa entalpia oppure di geotermia ad alta entalpia, tale tecnologia rappresenta una componente essenziale per la transizione verso un futuro energetico sostenibile. Diffonderne la consapevolezza e l'applicazione è un dovere politico e civico.

[7] Floridia et al (2022). 3D thermal model of Sicily (Southern Italy) and perspectives for new exploration campaigns for geothermal resources. Global and Planetary Change, 218, 103976.

GEOTERMIA: PRESENTE E FUTURO



I temi del cambiamento climatico e della transizione energetica sono al centro del dibattito pubblico e delle agende politiche di sempre più paesi. Negli ultimi anni, la collaborazione internazionale attorno a questi temi, motivata anche da una crescente opinione pubblica, si è rafforzata e ha prodotto proposte di policy sempre più concrete e incisive che hanno impattato le scelte degli investitori globali e dell'industria dell'energia.

Ad esempio, durante la **Conference of the Parties 28** tenutasi negli Emirati Arabi Uniti nel dicembre 2023, i partecipanti si sono impegnati a triplicare la capacità globale di energia rinnovabile entro il 2030⁸. Pertanto, sfruttare le potenzialità di ogni fonte energetica rinnovabile diventa fondamentale e, proprio in questo contesto, anche l'energia geotermica può (ri)trovare ulteriore spazio per la sua diffusione. Infatti, **per poter rispettare lo scenario di un aumento massimo della temperatura di 1,5°C, IRENA stima che siano necessari 105 GW di potenza geotermica installata in tutto il mondo, contro gli attuali 14,6 GW**. Per fare ciò, prevede che nel periodo 2023-2030, saranno necessari 409 miliardi di dollari di investimenti nel solo settore geotermico⁹.

Nel mondo e in Europa

Nel Capitolo 1, si sono illustrate le principali caratteristiche di funzionamento di un impianto a bassa ed alta entalpia. A seconda delle proprietà del sottosuolo nell'area di interesse, viene impiegata la tecnologia più idonea a sfruttare al meglio l'energia geotermica sottostante. Di conseguenza, gli impianti ad uso indiretto e diretto hanno avuto sviluppi geografici e temporali differenti.

[8] COP28, «COP28: Global Renewables And Energy Efficiency Pledge».

[9] COP28, IRENA, e GRA, «Tripling renewable power and doubling energy efficiency by 2030: Crucial steps towards 1.5°C».

Geotermia ad uso indiretto (power generation)

Nel mondo

Da quando, nei primi anni del Novecento in Toscana, Piero Ginori Conti, conosciuto per essere l'inventore del primo impianto geotermoelettrico, realizzava i primi prototipi di impianti, il settore geotermico ha sperimentato una vasta diffusione geografica.

I dati raccolti da Gutierrez-Negrin (2024)¹⁰ evidenziano che 32 paesi al mondo hanno installato centrali geotermoelettriche per un totale di 198 impianti, 16,32 GW di capacità installata e una produzione nel 2022 di circa 97 TWh di energia elettrica, corrispondente allo 0,34% della generazione elettrica mondiale (28.254 TWh).

Al 2022, i paesi con più potenza installata sono stati gli Stati Uniti con 3,9 GW, l'Indonesia con 2,4 GW, le Filippine con 1,9 GW e la Turchia con 1,7 GW. L'Italia si posiziona in ottava posizione con 771 MW, subito dopo il Kenya con 949 MW.

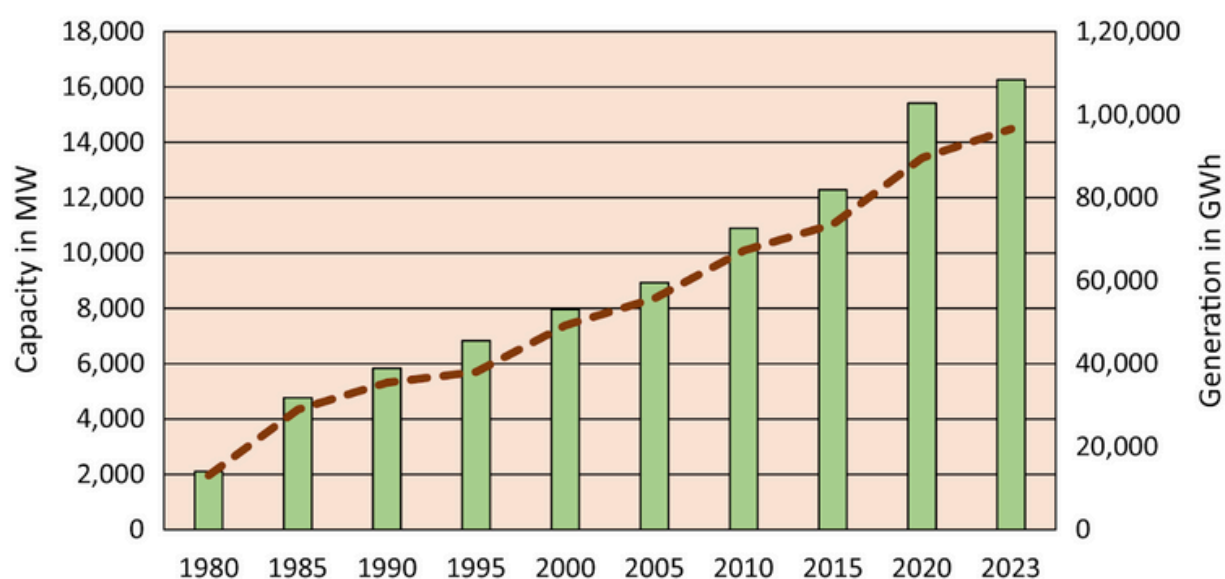


Figura 1: Gutierrez-Negrin (2024): World geothermal capacity and electric generation between 1980 and 2023. Electric generation in 1980 and 1985 are estimated.

[10] Gutiérrez-Negrín, «Evolution of Worldwide Geothermal Power 2020-2023».

La Figura 1 mostra la costante crescita della capacità installata e della generazione geotermoelettrica in tutto il mondo a partire dal 1980. Negli ultimi 43 anni, in media sono stati installati 338 MW all'anno di capacità in tutto il mondo. Questa crescente adozione ha permesso all'energia elettrica prodotta con la geotermia di moltiplicarsi di 7 volte (13 TWh nel 1980, 97 TWh nel 2022), crescendo più della generazione nucleare globale che ha avuto nello stesso periodo un moltiplicatore di 3,7 (711 TWh nel 1980, 2.677 TWh nel 2023¹¹).

Nonostante la produzione geotermica attualmente ricopra un ruolo marginale nel mix elettrico globale, i suoi tassi di crescita sostenuti e costanti¹² confermano la maturità tecnologica e commerciale raggiunta. A confermarlo ulteriormente, ad esempio, è anche il fatto che sono diversi gli stati in cui la generazione geotermica contribuisce ampiamente al mix elettrico nazionale, come nei casi del Kenya (45%), Islanda (30%) o El Salvador (25%)¹².

In Europa

In Europa, la capacità geotermoelettrica installata è di 1,6 GW. La Figura 2 mostra come questa capacità non sia distribuita omogeneamente e, anzi, sia principalmente concentrata in due paesi: Italia e Islanda. Questa limitata diffusione geografica è dovuta principalmente alla necessità di avere nel sottosuolo riserve di calore ad elevata temperatura. I territori italiani e islandesi, per le loro caratteristiche geologiche favorevoli, hanno permesso una più facile adozione di questa tecnologia e, al 2023, l'Italia possedeva il 47% della capacità geotermoelettrica europea pari a 771 MW, mentre l'Islanda raggiungeva il 46% con 756 MW¹³. Pochi altri paesi europei possiedono potenza geotermoelettrica e seguono in forte distacco, tra cui, la Germania (50 MW), il Portogallo (29 MW), la Francia (16 MW) e la Croazia (10 MW).

[11] Ember, «Yearly electricity data».

[12] Gutiérrez-Negrín, «Evolution of Worldwide Geothermal Power 2020-2023».

[13] IRENA, «IRENASTAT - Power Capacity and Generation Statistics».

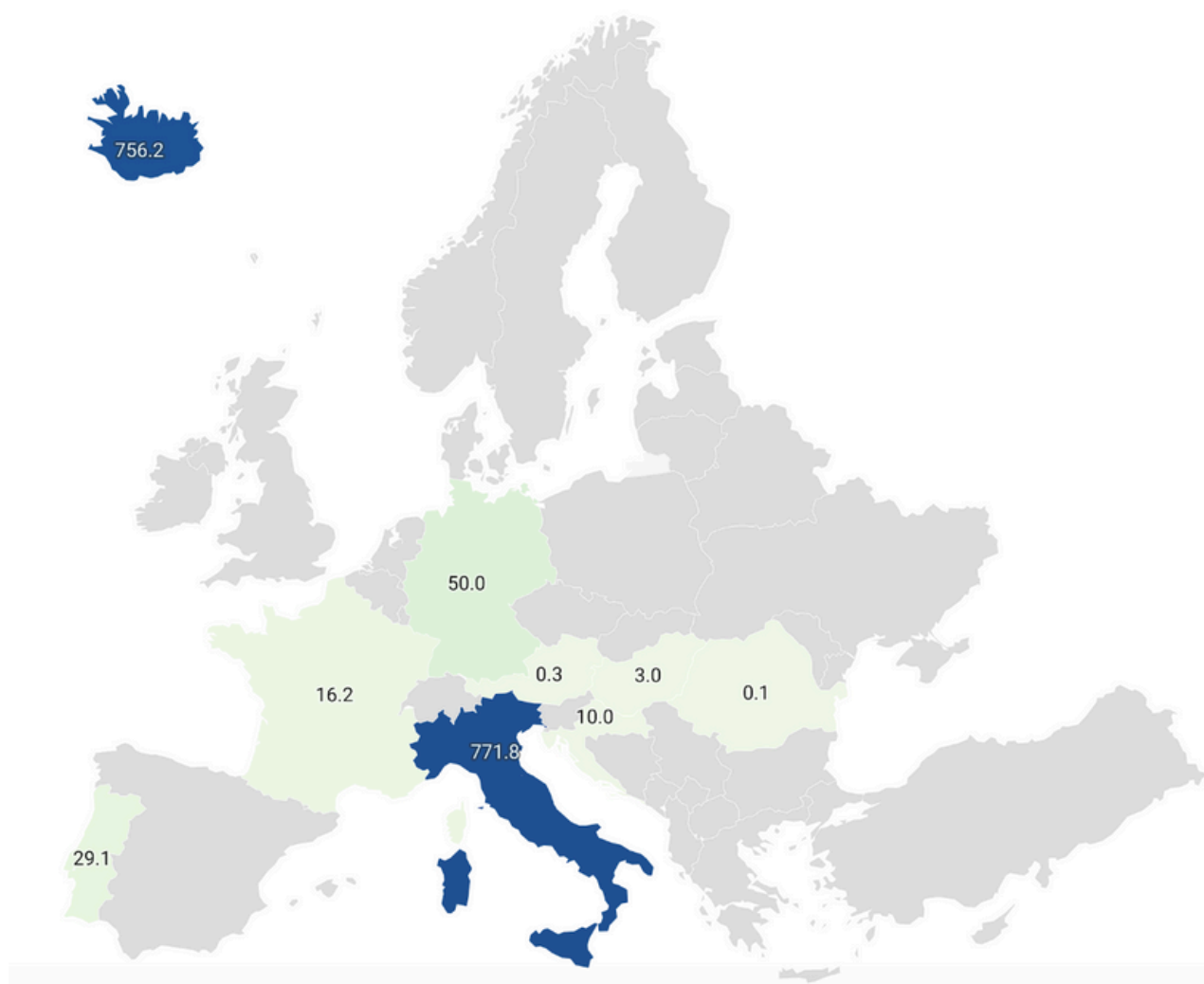


Figura 2: capacità geotermoelettrica installata in Europa al 2022, dati IRENA

Nel 2022, si sono prodotti in Europa 12,3 TWh di energia completamente geotermica, il doppio rispetto ai 6,1 TWh del 2000.

Italia e Islanda producono entrambi circa 5,8 TWh, mentre il resto dei paesi generano assieme quasi 600 MWh. La Figura 3 mostra come i due più grandi produttori però, abbiano approcciato questa tecnologia in momenti diversi e abbiano avuto sviluppi differenti.

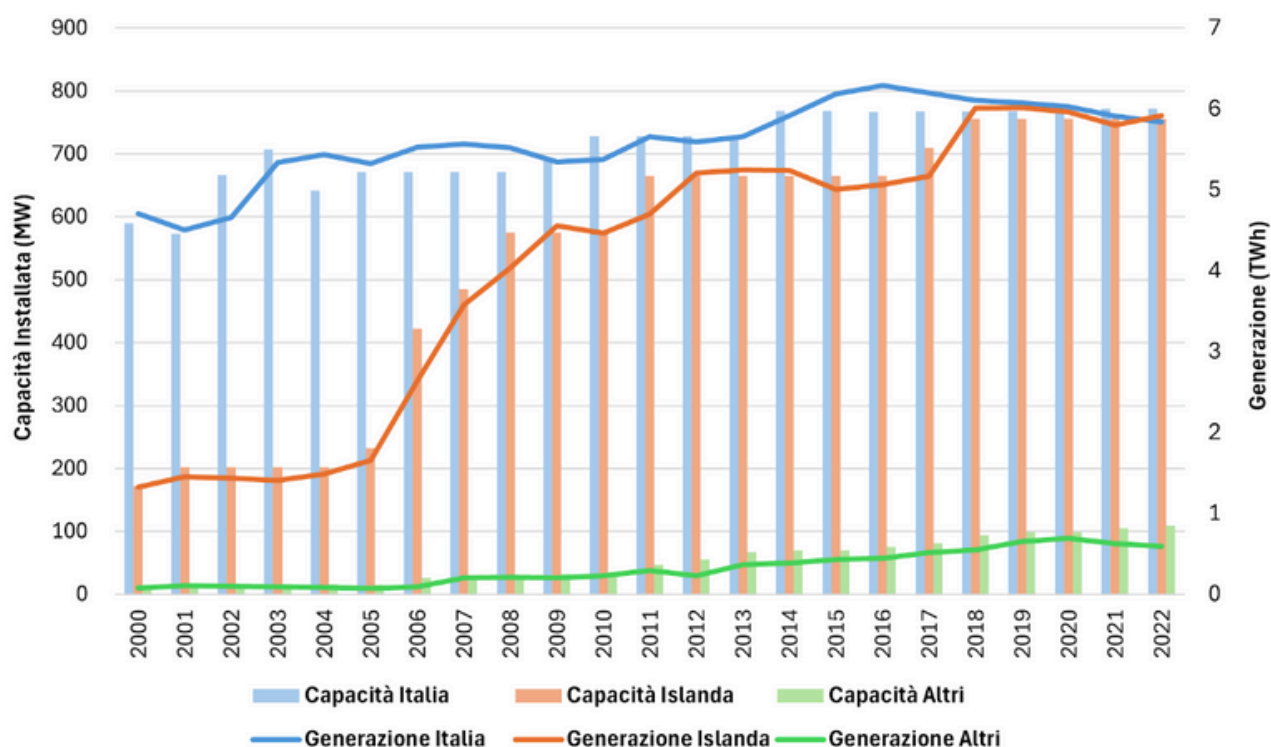


Figura 3: capacità installata e generazione geotermoelettrica in Europa anni 2000-2022, dati IRENA

Il primo impianto geotermoelettrico italiano (e mondiale) risale al settembre 1913. Successivamente, come illustrato anche nella Figura 4, l'Italia ha avuto due grandi stagioni di crescita: la prima, tra il 1930 e il 1970 e poi dagli anni '80 ad oggi. I 34 impianti italiani attualmente in funzione sono tutti di proprietà di Enel Green Power, si trovano in Toscana, di cui coprono circa il 30% del fabbisogno elettrico e contribuiscono per il 2% alla generazione elettrica italiana¹⁴. Fino a qualche anno fa, l'Italia si trovava in uno stadio tecnologico e di sviluppo più avanzato rispetto all'Islanda, mentre oggi i due paesi si eguagliano. Negli ultimi anni, l'installazione di nuova capacità in Italia è rallentata e nel periodo 2000-2022 sono stati installati 181 MW, che appaiono pochi se messi a confronto con i 584 MW installati in Islanda negli stessi anni. Questo rallentamento non è però da attribuire alla mancanza di capacità potenziale, bensì ad una serie di fattori normativi, di opinione pubblica e di risk-appetite nelle fasi di esplorazione¹⁵. Attualmente, l'attività di Enel Green Power sugli impianti già esistenti si concentra sul mantenimento ed efficientamento degli stessi.

[14] Bruno Della Vedova et al., «Geothermal Energy Use, Country Update for Italy».

[15] Think GeoEnergy, «Why Is Italy Not Investing into Further Geothermal Development?»

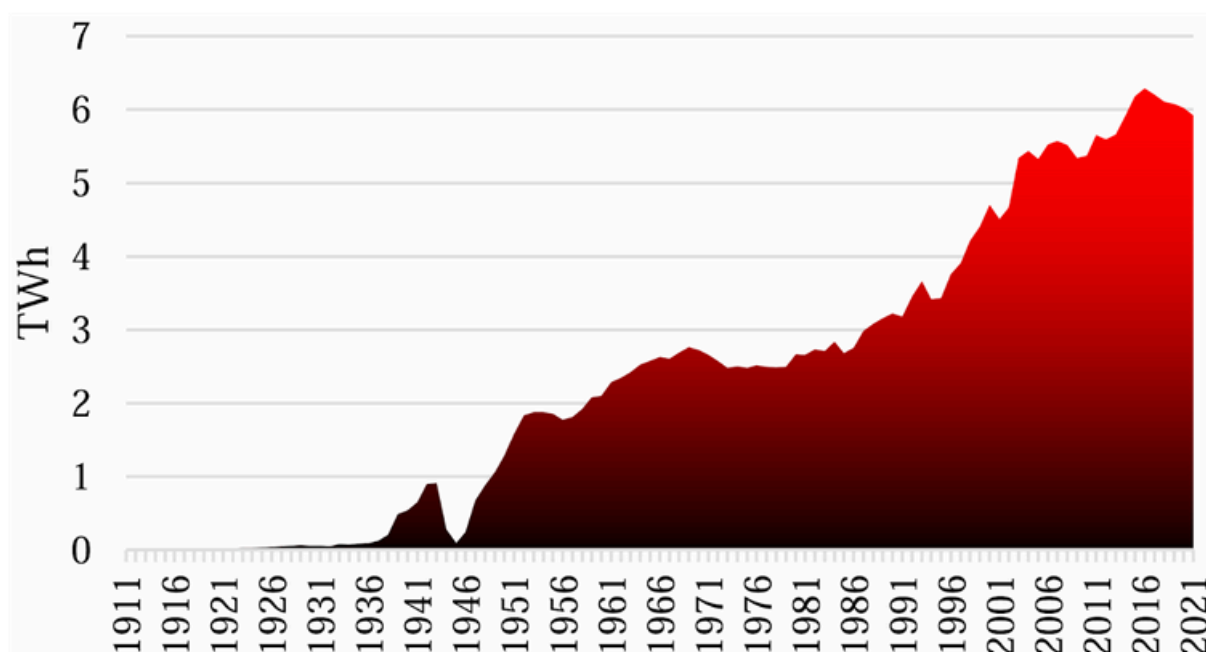


Figura 4: Bruno Della Vedova et al. (2023): Historical trend of electricity generation from geothermal resources in Italy.

Geotermia ad uso diretto (heating and cooling)

Il secondo e sempre più rilevante impiego dell'energia geotermica è quello ad uso diretto, ossia, come anticipato nel precedente capitolo, la trasmissione del calore per il riscaldamento di edifici, l'uso industriale, agricolo, ittico e ricreativo.

I dati di Lund e Toth (2021)¹⁶ rivelano che 88 paesi al mondo sfruttano in via diretta il calore geotermico e che a fine 2019 la capacità termica installata era di 107,7 GWth, con una crescita del 52% rispetto alla precedente rilevazione nel 2015. In totale, stimano che il consumo di energia termica sia stato di 1.020.887 TJ/anno, corrispondenti a circa 284 TWh/anno e a 253 milioni di tonnellate di CO₂ non emesse in atmosfera.

La crescita esponenziale di questo utilizzo diretto della geotermia è da attribuire innanzitutto alla diffusione delle pompe di calore geotermiche, in particolare in Cina, Stati Uniti, Svezia e Germania. Questi quattro paesi da soli possiedono circa il 75% della capacità installata di pompe di calore, ossia circa 57GWt. La seconda tipologia di utilizzo con maggiore capacità è il riscaldamento ambientale con 12,8 GWth in tutto il mondo e segue con 12,3 GWth il riscaldamento termale e di piscine.

[16] Lund e Toth, «Direct Utilization of Geothermal Energy 2020 Worldwide Review».

L'uso diretto necessita nel sottosuolo di temperature inferiori, le quali sono relativamente più facili da trovare e, nel tempo, hanno così permesso una maggiore diffusione anche in Europa. Come mostrato in Figura 5, la quasi totalità dei paesi europei possiede impianti ad uso diretto con una capacità termica totale di 32 GWth e un consumo di 261.767 TJ/anno. Tra gli altri, i paesi con maggiore capacità installata sono Svezia (6,7 GWth), Germania (4,8 GWth), Francia (2,6 GWth) e Islanda (2,4 GWth).

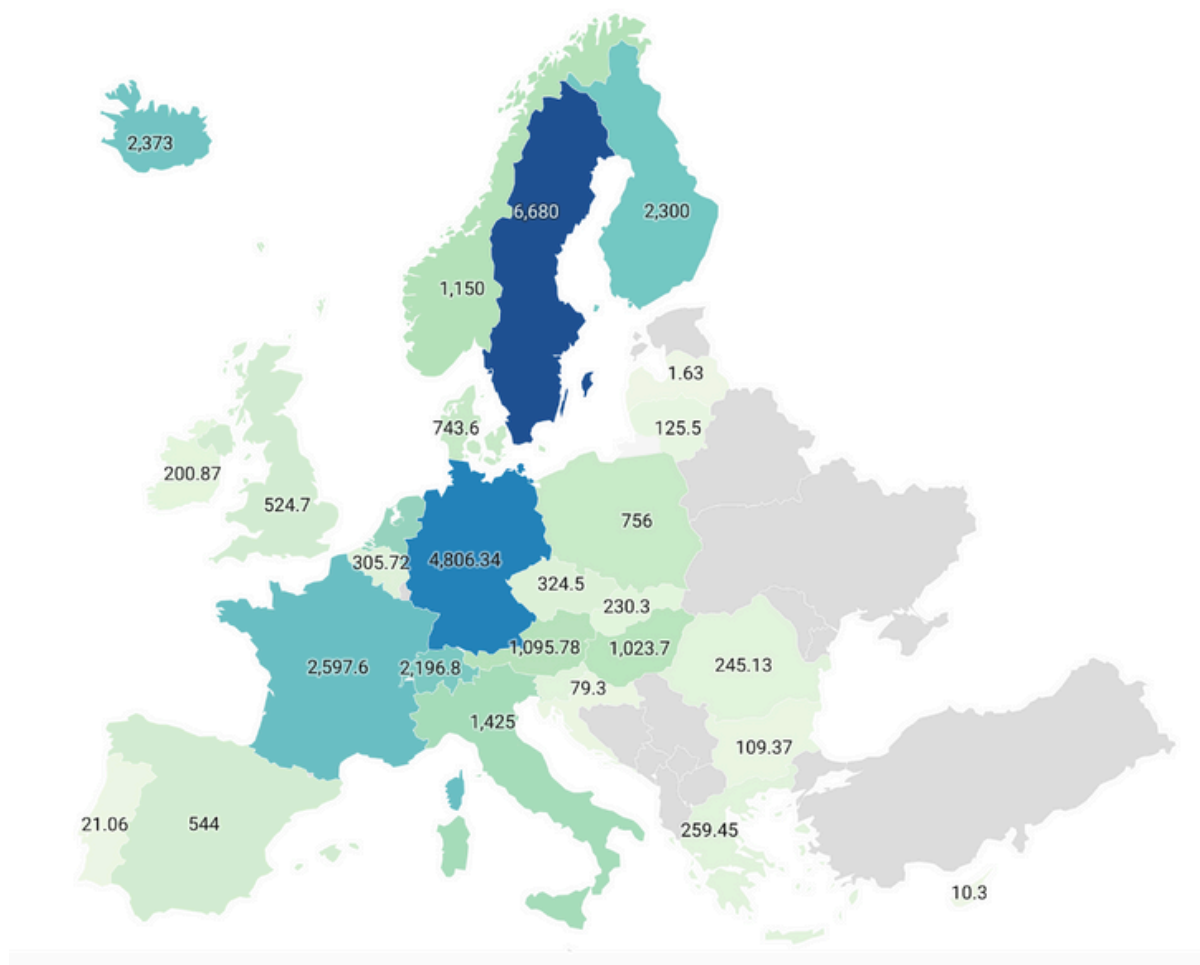


Figura 5: capacità termica installata (MWt) in Europa al 2020, dati Lund and Toth (2021)

Secondo i dati riportati da Della Vedova et al. (2023), in Italia, la capacità termica installata è di 1.317 MWth e si consumano 9.668 TJ/anno. Il principale utilizzo è il riscaldamento di edifici (4.725 TJ/anno), il quale avviene per oltre il 70% con GSHP (Ground-Source Heat Pumps, ossia pompe di calore geotermiche) e per il restante 30% tramite teleriscaldamento. Quest'ultimo conta su tutto il territorio nazionale circa 400 reti, principalmente concentrate al centro-nord, e consuma il 9% del calore totale generato. Tra gli impianti di teleriscaldamento più importanti ci sono quelli di Milano, Ferrara e Vicenza. Da non trascurare sono anche gli utilizzi nei processi industriali e ittici, che insieme consumano 1.315 TJ/anno, pari al 14% del calore generato.

Confronto con le altre rinnovabili

In tutta Italia sono installati più di un milione di impianti FER, pari a una capacità complessiva di 58 GW¹⁷. Questa potenza è più che raddoppiata tra gli anni 2007 e 2021 e, a partire dal 2014, il solare fotovoltaico è la tecnologia più installata. In particolare, al 2021, la capacità degli impianti FER era così distribuita: 39% fotovoltaico, 33% idroelettrico, 19% eolico, 7% bioenergia e solo all'1% geotermico.

La distribuzione sul territorio nazionale dei diversi tipi di impianti dipende dalle caratteristiche geografiche dei territori che di conseguenza favoriscono o meno la diffusione di una particolare tecnologia. Per questo motivo, la capacità idroelettrica è principalmente installata in Lombardia (5,2 GW), in provincia di Bolzano (1,8 GW) e di Trento (1,6 GW). L'eolico è maggiormente diffuso al sud e nelle isole, come in Puglia (2,8 GW), Sicilia (2 GW) e Campania (1,7 GW). Infine, la Puglia possiede 3 GW di solare fotovoltaico e la Toscana tutta la capacità geotermica.

Nel 2021, questa capacità FER ha prodotto 116 TWh. Come mostrato in Figura 6, la generazione da fonti rinnovabili si è moltiplicata di 2,5 volte a partire dal 2007. Nonostante il fotovoltaico sia la prima tecnologia per capacità installata, la principale fonte rinnovabile rimane l'idroelettrico grazie al suo maggior numero di ore di utilizzo, con 45 TWh prodotti nel 2021, pari al 39% della generazione FER. Seguono il solare (21%), in forte crescita a partire dal 2010, l'eolico (18%), le bioenergie (16%) e la geotermia (5%).

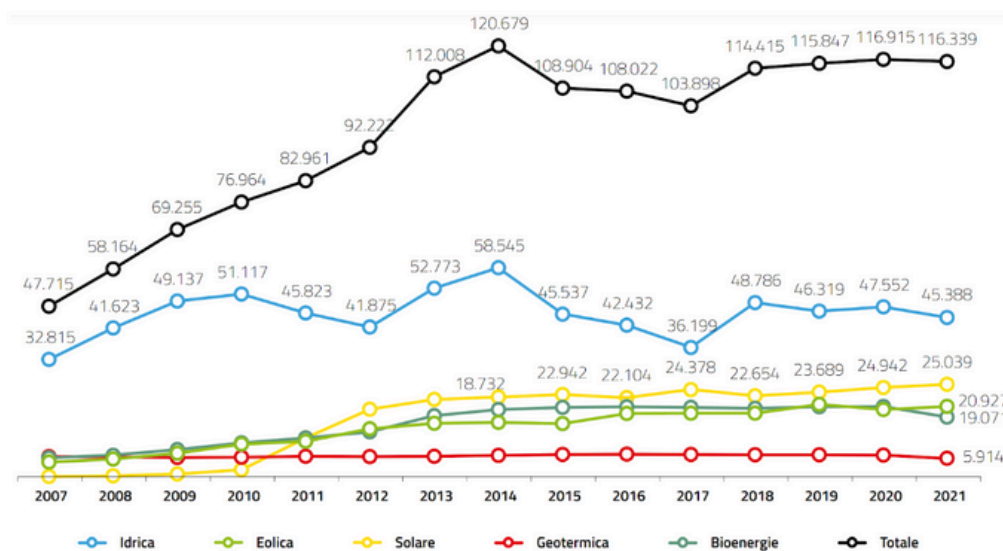


Figura 6: generazione degli impianti FER in Italia (GWh), elaborazione GSE¹⁸

[17] GSE, «Rapporto Statistico 2021 - Energia da fonti rinnovabili in Italia».

[18] GSE.

Sfide

In Figura 6 si nota inoltre come, al contrario delle altre fonti, la generazione geotermoelettrica non sia cresciuta negli ultimi 14 anni. Da ormai troppi anni in Italia, nonostante la maturità tecnologica e le caratteristiche geografiche favorevoli, il settore geotermico fatica ad avviare una nuova stagione di crescita. Secondo i principali stakeholders, tra cui l'Unione Geotermica Italiana (UGI), attualmente **tra le principali sfide da affrontare nello sviluppo di un impianto geotermico vi sono la gestione dei rischi geologico ed esplorativo e il quadro normativo non favorevole**¹⁹, come già citato nel Capitolo 1.

Nello specifico, il rischio geologico riguarda l'incertezza sulla presenza, la quantità e la qualità delle risorse geotermiche nel sottosuolo. Invece, il rischio esplorativo deriva dall'eventuale fallimento delle tecniche di esplorazione nel trovare risorse utilizzabili o nello stimarle correttamente. Tra le proposte di UGI accolte positivamente dalla politica, vi è la mitigazione del rischio esplorativo

tramite l'introduzione di misure di sostegno o garanzia per le imprese che realizzano progetti con tecnologie innovative e, recentemente, questa proposta ha trovato spazio nel testo definitivo del Piano Nazionale Integrato Energia e Clima 2024 (PNIEC)²⁰.

Inoltre, anche la geotermia emette comunque una minima quantità di gas serra. L'IPCC stima che, su un ciclo di vita completo, un impianto geotermico produca circa 38 gCO₂eq per kWh, un livello ben inferiore a quello degli impianti a combustibili fossili e persino leggermente inferiore rispetto a un impianto solare (41-48 gCO₂eq per kWh).

Come descritto nel Capitolo 1, gli impianti geotermici a ciclo binario, però, rappresentano un'opzione particolarmente efficiente per ridurre ulteriormente queste emissioni. **Grazie a un sistema a circuito chiuso, il fluido geotermico trasferisce calore a un secondo fluido senza mai entrare in contatto con l'esterno, evitando così la dispersione di gas nell'atmosfera.**

[19] UGI, «Le nostre proposte».

[20] MASE, «Energia: l'Italia ha inviato il PNIEC a Bruxelles, p.219».

Options	Direct emissions	Infrastructure & supply chain emissions	Biogenic CO ₂ emissions and albedo effect	Methane emissions	Lifecycle emissions (incl. albedo effect)
	Min/Median/Max	Typical values			Min/Median/Max
Currently Commercially Available Technologies					
Coal—PC	670/760/870	9.6	0	47	740/820/910
Gas—Combined Cycle	350/370/490	1.6	0	91	410/490/650
Biomass—cofiring	n.a. ^h	—	—	—	620/740/890 ^h
Biomass—dedicated	n.a. ^h	210	27	0	130/230/420 ^h
Geothermal	0	45	0	0	6.0/38/79
Hydropower	0	19	0	88	1.0/24/2200
Nuclear	0	18	0	0	3.7/12/110
Concentrated Solar Power	0	29	0	0	8.8/27/63
Solar PV—rooftop	0	42	0	0	26/41/60
Solar PV—utility	0	66	0	0	18/48/180
Wind onshore	0	15	0	0	7.0/11/56
Wind offshore	0	17	0	0	8.0/12/35

Figura 7: Emissions of selected electricity supply technologies (gCO₂eq/kWh)²¹

Vantaggi

La difficoltà di scalare la geotermia su larga scala appare paradossale, considerando le favorevoli condizioni territoriali italiane e le caratteristiche competitive rispetto ad altre fonti rinnovabili.

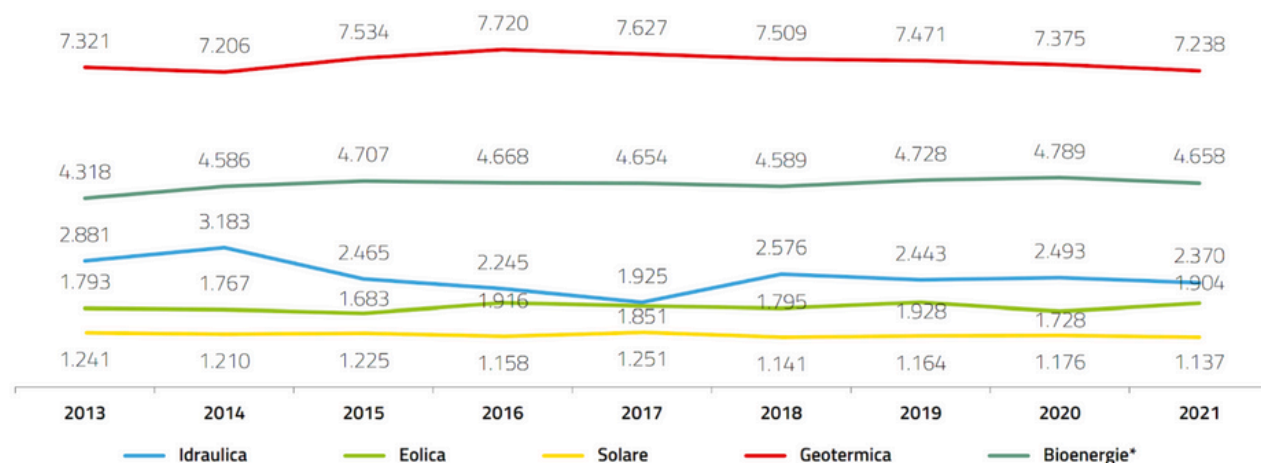


Figura 8: confronto tra ore di utilizzazione degli impianti FER, elaborazione GSE²²

Innanzitutto, la geotermia offre un elevato capacity factor: nel 2021, gli impianti geotermoelettrici in Italia hanno operato in media 7.238 ore l'anno, pari all'83% di utilizzo. Questo dato supera di gran lunga quello di altre fonti rinnovabili, che per natura operano su periodi molto più brevi senza prospettive significative di miglioramento.

[21] IPCC (2014) Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

[22] GSE, «Rapporto Statistico 2021 - Energia da fonti rinnovabili in Italia».

Ad esempio, un impianto fotovoltaico, dipendendo dalla luce solare, opera circa 1.100 ore l'anno, corrispondenti a un capacity factor del 13%.

Inoltre, l'alto grado di utilizzo degli impianti geotermici, senza interruzioni giornaliere e con minima stagionalità, contribuisce positivamente alla stabilità della rete elettrica, che può contare su immissioni costanti e prevedibili. Al contrario, la non programmabilità del solare e dell'eolico richiede maggiori risorse per bilanciare la rete, incrementando i costi di gestione complessivi.

	Total installed costs			Capacity factor			Levelised cost of electricity		
	(2022 USD/kW)			(%)			(2022 USD/kWh)		
	2010	2022	Percent change	2010	2022	Percent change	2010	2022	Percent change
Bioenergy	2 904	2 162	-26%	72	72	1%	0.082	0.061	-25%
Geothermal	2 904	3 478	20%	87	85	-2%	0.053	0.056	6%
Hydropower	1 407	2 881	105%	44	46	4%	0.042	0.061	47%
Solar PV	5 124	876	-83%	14	17	23%	0.445	0.049	-89%
CSP	10 082	4 274	-58%	30	36	19%	0.380	0.118	-69%
Onshore wind	2 179	1 274	-42%	27	37	35%	0.107	0.033	-69%
Offshore wind	5 217	3 461	-34%	38	42	10%	0.197	0.081	-59%

Figura 9: Total installed cost, capacity factor and LCOE trends by technology, 2010 and 2022, IRENA²³

Un secondo carattere distintivo del geotermico è il suo basso costo livellato dell'energia (levelized cost of energy, LCOE). Nel 2022, gli impianti geotermici di nuova costruzione hanno registrato un LCOE medio globale di 0,056 USD/KWh, un costo inferiore a quello dell'eolico offshore (0,081 USD/KWh), dell'idroelettrico (0,061 USD/KWh) e delle biomasse (0,061 USD/KWh). I nuovi impianti geotermici riescono quasi sempre a mantenere costi energetici competitivi, come evidenziato da IRENA: negli ultimi 12 anni, il LCOE del geotermico è aumentato solo del 5%, mentre tra il 2021 e il 2022 è sceso del 22%.

Questo risultato è dovuto a vari fattori. Primo fra tutti, l'elevato livello di utilizzo consente alla geotermia di diluire i costi di investimento su un numero di ore di operatività molto più ampio rispetto ad altre tecnologie. Tuttavia, la variabilità dei costi d'installazione e il tasso di sviluppo annuale ancora relativamente basso influiscono negativamente sul LCOE.

[23] IRENA, «Renewable Power Generation Costs in 2022».

Il potenziale geotermico in Italia

Un primo sguardo al futuro della geotermia in Italia viene dal PNIEC 2024²⁴. L'Italia ambisce a raggiungere quota 1 GW di capacità geotermoelettrica installata nel 2030 e a raddoppiare quella termica. Guardando ancora più in là, nel 2017, UGI ha sviluppato alcuni scenari di crescita per il settore, stimando di raggiungere nel 2050 almeno 2 GW di potenza elettrica e 8.100 MWt di potenza termica.

Se da un lato il settore geotermoelettrico è incagliato nella burocrazia e fatica a sviluppare nuovi impianti, dall'altro la diffusione delle pompe di calore, tra cui quelle geotermiche, sta vivendo una forte espansione negli ultimi anni, anche in Italia. **In particolare, le pompe di calore possono aiutare a ridurre (o annullare) l'utilizzo di combustibili fossili per i consumi termici (riscaldamento e raffrescamento). Il principio di funzionamento delle pompe di calore geotermiche (PdCG) e di quelle ad aria (PdCA) è molto simile.** Le prime estraggono calore dal sottosuolo, che tipicamente ha una temperatura costante tutto l'anno (circa 12°C), garantendo un funzionamento sempre efficiente e un consumo elettrico ridotto. Le seconde invece estraggono calore dall'aria esterna, la cui temperatura può variare notevolmente, rendendo il loro funzionamento meno efficiente, soprattutto nei climi freddi. Di conseguenza, le pompe di calore geotermiche riescono a raggiungere un'efficienza superiore del 30-50% rispetto a quelle ad aria.

Ad esempio, Maddah et al. (2020)²⁵ hanno confrontato le prestazioni di diverse fonti di calore per il riscaldamento di un'università, dimostrando che il coefficiente di prestazione (COP), dato che misura l'efficienza di una macchina termica come una pompa di calore (rapporto tra l'energia termica prodotta e l'energia elettrica consumata), è di circa 3 per le pompe di calore geotermiche (PdCG) e leggermente inferiore a 2 per le pompe di calore ad aria (PdCA). Ciò indica che le PdCG offrono un'efficienza superiore di almeno il 50% rispetto alle PdCA.

In Italia, la quasi totalità delle pompe di calore installate sono ad aria e a riguardo manca una normativa unica nazionale che definisca linee guida e processi di monitoraggio per le pompe di calore geotermiche. In questo senso, il legislatore dovrebbe predisporre un sistema di norme che possa stimolare la diffusione di questa ulteriore via per la riduzione delle emissioni di CO2 nazionali e il raggiungimento degli obiettivi climatici.

[24] MASE, «Energia: l'Italia ha inviato il PNIEC a Bruxelles, p.219».

[25] Maddah, Goodarzi, e Safaei, «Comparative Study of the Performance of Air and Geothermal Sources of Heat Pumps Cycle Operating with Various Refrigerants and Vapor Injection».

RIMOZIONE DELLE BARRIERE E VALORIZZAZIONE DEL GEOTERMICO



Politiche e interessi UE e IT: verso un futuro sostenibile?

Questo rinnovato interesse per l'energia geotermica è principalmente dovuto all'urgenza di affrontare la crisi climatica e alla necessità di diversificare le fonti energetiche.

L'energia geotermica si distingue come una soluzione stabile e promettente, attirando l'attenzione a livello nazionale ed europeo. Le politiche energetiche dell'UE si concentrano sempre più sulla riduzione delle emissioni di carbonio, puntando a raggiungere gli obiettivi climatici fissati per il 2030 e il 2050.

Diverse iniziative sono state avviate per supportare lo sviluppo della geotermia e promuoverla come tecnologia chiave per la transizione energetica. Sebbene sia stata poco discussa negli ultimi anni, l'energia geotermica è già ben sviluppata in Italia, come verrà approfondito in una sezione successiva. Le recenti iniziative politiche in Italia e in Europa hanno riacceso l'interesse su questa fonte energetica, ora elencata tra le tecnologie pulite strategiche secondo il Net-Zero Industry Act approvato a maggio a livello europeo²⁶, insieme a pannelli solari, turbine eoliche e pompe di calore.

La bozza di decreto FER-2, che verrà esaminata nella sezione successiva, punta a sviluppare l'uso energetico delle risorse geotermiche, bilanciando esigenze ambientali e territoriali. Sono previsti incentivi per impianti geotermici tradizionali che introducono innovazioni significative per ridurre le emissioni al di sotto dei limiti legali.

In Europa

L'UE ha adottato una risoluzione per accelerare la diffusione e gli investimenti nell'energia geotermica²⁷. Secondo il Parlamento europeo, normative complesse e lunghi processi di autorizzazione stanno rallentando questo settore. La risoluzione, finalizzata a snellire i processi autorizzativi, richiede una strategia europea per mappare le risorse geotermiche e rendere i dati accessibili al pubblico. La proposta, presentata dal deputato polacco Zdzisław Krasnodębski, è stata approvata con 531 voti a favore e 2 contrari.

La risoluzione propone la creazione di un'alleanza industriale per l'energia geotermica e un sistema assicurativo armonizzato per ridurre i rischi finanziari. Krasnodębski ha sottolineato l'importanza di politiche governative che riducano i rischi per incentivare gli investimenti privati.

Inoltre, il rapporto incoraggia gli Stati membri a sviluppare strategie nazionali per l'energia

[26] REGOLAMENTO (UE) 2024/1735 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 giugno 2024 che istituisce un quadro di misure per rafforzare l'ecosistema europeo di produzione delle tecnologie a zero emissioni nette e che modifica il regolamento (UE) 2018/1724

[27] PROPOSTA DI RISOLUZIONE DEL PARLAMENTO EUROPEO sull'energia geotermica (2023/2111(INI))

geotermica, seguendo l'esempio di Francia, Polonia e Irlanda. La risoluzione chiede anche supporto alle regioni dipendenti dai combustibili fossili per facilitare la transizione all'energia geotermica.

"L'energia geotermica è vitale non solo per la transizione energetica, ma anche per una transizione giusta," conclude il rapporto.

Durante la conferenza "Sbloccare il Potenziale Geotermico nell'UE", tenutasi il 12 aprile a Poznań e organizzata dal gruppo dei Conservatori e Riformisti Europei, politici ed esperti del settore hanno evidenziato un crescente interesse nello sviluppo dell'energia geotermica in tutta l'Unione Europea. Aprendo la conferenza, il Capo Geologo Nazionale della Polonia, professor Krzysztof Galos, ha annunciato che il suo paese intende promuovere lo sviluppo dell'energia geotermica durante il suo mandato di presidenza dell'UE a partire da gennaio 2025. Viktor Horváth, Vice Segretario di Stato ungherese per la Transizione Energetica, ha sottolineato l'importanza di aumentare la consapevolezza sull'energia geotermica, come confermato dall'inserimento di essa nel programma della presidenza ungherese del Consiglio Europeo iniziata a luglio.²⁸

In Italia

Mentre l'Europa avvia nuove iniziative per lo sviluppo dell'energia geotermica, sotto la spinta dell'attuale presidenza del Consiglio ungherese, l'Italia non sembra muoversi verso la riscoperta di questa fonte di energia, il cui settore nel nostro paese è da sempre un fiore all'occhiello.

Nonostante l'Italia abbia una lunga tradizione nel campo della geotermia e sia l'ottavo Paese al mondo (primo in UE) per potenza elettrica installata nella tecnologia tradizionale,²⁹ negli ultimi dieci anni non sono stati realizzati nuovi impianti geotermoelettrici³⁰, facendo perdere alla nazione la sua posizione di leadership. L'Italia, insieme ad Islanda e Turchia, è uno dei tre Paesi con il maggiore potenziale geotermico in Europa³¹. Tuttavia, nei piani energetici nazionali, questa tecnologia non è una priorità. Nel PNIEC, non viene citato un obiettivo specifico per la geotermia a emissioni nulle e nel Decreto FER2 è previsto uno sviluppo minimo di soli 60 MW per impianti a emissioni nulle. Anche nella strategia a lungo termine per il 2050, non ci sono obiettivi puntuali per la geotermia a emissioni nulle.³²

[28] PROGRAMME OF THE HUNGARIAN PRESIDENCY OF THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION IN THE SECOND HALF OF 2024, 27 Febbraio 2024

[29] The European House - Ambrosetti in collaborazione con Rete geotermica, "LA GEOTERMIA A EMISSIONI NULLE PER ACCELERARE LA DECARBONIZZAZIONE E CREARE SVILUPPO IN ITALIA", Aprile 2024

[30] Lorenzo Tavazzi, La geotermia a emissioni nulle per accelerare la decarbonizzazione e creare sviluppo in Italia, 16 aprile 2024

[31] EGEC, "2019 EGEN GEOTHERMAL MARKET REPORT Key Findings", June 2020

[32] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero delle Politiche agricole, Alimentari e Forestali, "STRATEGIA ITALIANA DI LUNGO TERMINE SULLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DEI GAS A EFFETTO SERRA", Gennaio 2021

L'Italia, che ha ospitato la prima centrale geotermoelettrica al mondo a Larderello, mostra una sorprendente cautela verso lo sfruttamento del suo ricco patrimonio geotermico.

Con riguardo al PNIEC, la versione finale è stata presentata dai Ministeri dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) e delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) i quali hanno inviato alla Commissione Europea il testo definitivo del PNIEC l'1 luglio 2024, in cui l'ambizione riguardo lo sviluppo dell'energia geotermica in Italia si è rivelata notevolmente bassa.

Alcuni passaggi del nuovo testo mostrano la volontà di introdurre un fondo di garanzia per la geotermia, volto a ridurre il rischio per gli operatori. Tuttavia, come indicato dal Tavolo Tecnico Geotermia, sorprende che il documento non recepisca ancora la delibera del Parlamento. Alcuni passaggi del nuovo testo mostrano la volontà di introdurre un fondo di garanzia per la geotermia, volto a ridurre il rischio per gli operatori. Tuttavia, come indicato dal Tavolo Tecnico Geotermia, sorprende che il documento non recepisca ancora la delibera del Parlamento Europeo di gennaio 2024, che richiede una strategia europea di lungo termine per la valorizzazione della geotermia, né rispetta il Net-Zero Industry Act di aprile 2024, che supporta la produzione di

tecnologie innovative per accelerare la transizione, tra cui la geotermia. Ad esempio, il PNIEC prevede che l'Italia raggiunga una potenza rinnovabile di 131 GW entro il 2030, ma solo 1 GW da fonte geotermica, rispetto ai 1,295 GW proposti dal Tavolo Tecnico.

Inoltre, il PNIEC non evidenzia sufficientemente il ruolo fondamentale della geotermia nella stabilizzazione della rete elettrica e nel risparmio energetico degli edifici. Lo Studio Strategico sulla geotermia a zero emissioni del Think Tank "The European House Ambrosetti" ha stimato che la geotermia potrebbe contribuire al 10% della domanda interna di energia elettrica in Italia entro il 2050.

In direzione contraria all'Italia vanno diversi paesi europei che stanno investendo nella geotermia, includendola nelle loro politiche energetiche. L'Irlanda ha elaborato un piano per sostenere la geotermia a emissioni nulle e risolvere gli ostacoli, mirando alla decarbonizzazione dei consumi termici. La Francia punta a triplicare la produzione geotermoelettrica a emissioni nulle entro il 2030. La Polonia ha presentato una roadmap per sostituire il riscaldamento da fonti fossili con la geotermia. La Germania ha annunciato di voler decuplicare la produzione termica da geotermia entro il 2030. La Croazia ha avviato l'esplorazione per raggiungere un target di 1 GW di energia geotermica

[34] Lorenzo Tavazzi, La geotermia a emissioni nulle per accelerare la decarbonizzazione e creare sviluppo in Italia, 16 aprile 2024

installata, sviluppando anche la geotermia a emissioni nulle.

Nonostante un decreto del Ministero della Transizione Ecologica che semplifica i processi per l'installazione di impianti a sonde geotermiche a circuito chiuso di piccole dimensioni³⁵, non ci sono misure di sostegno significative per far decollare il settore geotermico su larga scala.

Focus sul Decreto FER-2: nuove opportunità per la geotermia

Il Decreto FER-2 rappresenta una svolta significativa nella politica energetica italiana, introducendo misure dettagliate per sostenere lo sviluppo delle energie rinnovabili, con un'attenzione particolare alla geotermia. Questo decreto si pone l'obiettivo di incentivare sia la geotermia tradizionale sia quella a emissioni nulle, promuovendo così una produzione energetica più sostenibile e riducendo l'impatto ambientale. Analizziamo in dettaglio i principali contenuti del Decreto FER-2.

Geotermia tradizionale

Il Decreto FER-2³⁶ impone requisiti rigorosi per gli impianti geotermoelettrici tradizionali, stabilendo che debbano rispettare valori limite per le emissioni di H₂S (acido solforico) e Hg (mercurio), ridotte del 70% rispetto ai limiti fissati dalla legge regionale Toscana del 2019. Inoltre, le emissioni di NH₃ (ammoniaca) devono essere abbattute almeno del 75% rispetto al contenuto del fluido in ingresso. Questi requisiti sono pensati per ridurre l'impatto ambientale e promuovere l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, migliorando l'efficienza e la sostenibilità degli impianti.

Inoltre, il decreto mira a incentivare l'installazione di fonti rinnovabili innovative, prevedendo incentivi per sei tecnologie: eolico offshore, energia marina, biogas/biomasse, solare termodinamico, geotermia e fotovoltaico galleggiante. Per la geotermia, il decreto prevede un contingente di 160 MW con una remunerazione di 100 Euro/MWh per la geotermia tradizionale e 200 Euro/MWh per quella a emissioni nulle, con tempi di costruzione di 51 mesi per la geotermia tradizionale e 60 mesi per quella a emissioni nulle. Tuttavia, l'elevato rigore delle misure potrebbe rappresentare una sfida significativa per gli operatori del settore, che potrebbero dover affrontare costi notevoli per adeguarsi alle nuove normative.

[35] MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA, DECRETO 30 settembre 2022 Prescrizioni per la posa in opera degli impianti di produzione di calore da risorsa geotermica, destinata al riscaldamento e alla climatizzazione di edifici e misure di semplificazione per l'installazione dei predetti impianti. (22A05770) (GU Serie Generale n.241 del 14-10-2022)

[36] Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Decreto 19 giugno 2024 recante "Incentivazione degli impianti a fonte rinnovabile innovativi o con costi di generazione elevati che presentino caratteristiche di innovazione e ridotto impatto sull'ambiente e sul territorio"

Geotermia a emissioni nulle

Il Decreto FER-2 riserva un'attenzione particolare agli impianti geotermoelettrici a emissioni nulle, che devono rispettare criteri stringenti come la reiniezione totale del fluido geotermico nelle formazioni di provenienza, garantendo emissioni di processo nulle. Questa misura è conforme al decreto legislativo 11 febbraio 2010, n. 22 ("Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche", che prevede tali criteri per la reiniezione dei fluidi.

Gli incentivi per la geotermia a emissioni nulle sono particolarmente generosi, con una remunerazione di **200 Euro/MWh**.

Tuttavia, la realizzazione di questi impianti richiede investimenti iniziali elevati e tecnologie avanzate. Anche se il supporto economico previsto dal decreto è significativo, resta da vedere se sarà sufficiente a superare le barriere finanziarie e tecnologiche che ostacolano lo sviluppo di questi impianti.

Procedure accelerate e sostenibilità

Il Decreto riconosce l'importanza di sostenere tecnologie innovative e sostenibili, prevedendo procedure accelerate per la valutazione dei progetti di impianti con potenza superiore a 10 MW. Questa misura dovrebbe facilitare l'implementazione di nuovi progetti e il miglioramento degli impianti esistenti, riducendo i tempi burocratici e favorendo una rapida transizione verso soluzioni energetiche più sostenibili.

Tuttavia, la necessità di rispettare requisiti tecnici stringenti e di affrontare un iter autorizzativo complesso potrebbe rappresentare un ulteriore ostacolo per gli operatori del settore. Ridurre la complessità burocratica e garantire certezza normativa sono aspetti cruciali per incentivare gli investimenti e promuovere la diffusione delle nuove tecnologie.

Sfide

Il Decreto FER-2 offre un quadro normativo chiaro e incentivi mirati per lo sviluppo della geotermia in Italia.

Tuttavia, permangono alcune criticità riguardo alla complessità dei requisiti e agli alti costi iniziali, che potrebbero scoraggiare gli investimenti. Sarà essenziale monitorare l'implementazione delle misure per garantire che gli obiettivi di sviluppo della geotermia siano effettivamente raggiunti entro i termini previsti.

Una politica efficace dovrebbe affrontare le diverse sfide e fornire incentivi che stimolino l'interesse degli investitori e promuovano la crescita sostenibile dell'industria geotermica.

Sviluppo di competenze e filiera: la chiave per il successo

Lo sviluppo delle competenze e il potenziamento della filiera sono due elementi fondamentali per il successo della geotermia in Italia. Questi fattori non solo alimentano la crescita economica, ma giocano anche un ruolo cruciale nel garantire la sostenibilità a lungo termine del settore e nel raggiungimento degli obiettivi di transizione energetica.

In Italia, la geotermia ha dimostrato di avere un potenziale significativo, sia a livello nazionale che internazionale. La Toscana, ad esempio, è un punto di riferimento globale per la produzione di energia geotermica, soddisfacendo circa il 30% del fabbisogno energetico della regione. Questo risultato è stato reso possibile grazie a un distretto industriale solido che integra l'intera filiera: dalle tecnologie per l'estrazione e lo sfruttamento delle risorse, fino alla produzione di energia elettrica e termica. Enel Green Power, uno dei maggiori attori nel settore, fornisce circa 390 TCal/anno solo in Italia³⁷, confermando il ruolo chiave delle aziende italiane nella filiera.

Il potenziamento delle competenze risulta essere un fattore determinante. L'Italia, infatti, è leader europeo nella produzione di tecnologie avanzate per la geotermia e ha esportato queste competenze in tutto il mondo. Progetti realizzati con successo in Paesi come Cile, Stati Uniti ed El Salvador dimostrano come le aziende italiane siano in grado di gestire complessi progetti di perforazione e costruzione, garantendo un contributo fondamentale alla diffusione della tecnologia geotermica a livello globale. In particolare, un aspetto cruciale per il progresso della geotermia è l'innovazione tecnologica. Sin dagli anni '70, l'Italia è stata all'avanguardia nell'introduzione di soluzioni innovative, come il processo di reiniezione dell'acqua geotermica, che rende la risorsa completamente rinnovabile. Anche l'introduzione dell'impianto AMIS, brevettato da Enel, ha permesso di ridurre significativamente l'impatto ambientale, contribuendo a migliorare le prestazioni degli impianti geotermici e consolidando l'Italia come leader in questo settore.³⁸

Il potenziamento della filiera geotermica offre anche importanti benefici dal punto di vista occupazionale. Solo nel distretto toscano, oltre 3.500 posti di lavoro (FTE) sono direttamente o indirettamente legati all'industria geotermica. Inoltre, questa attività supporta lo sviluppo di settori collaterali, come la meccanica di precisione e l'elettromeccanica, rafforzando ulteriormente l'economia locale grazie all'indotto generato.

[37] Luca Rossini, La geotermia in Italia: stato attuale e prospettive, 28 giugno 2021

[38] ibidem

Nonostante l'elevato potenziale, però, il settore geotermico italiano si trova ad affrontare diverse sfide. Negli ultimi venti anni, l'Italia è scesa dal quarto all'ottavo posto a livello mondiale per potenza geotermica installata, malgrado un sottosuolo tra i più favorevoli al mondo. In questo contesto, incentivare lo sviluppo della geotermia diventa una priorità strategica per ridurre la dipendenza energetica dall'estero e per favorire una transizione energetica sostenibile.

In sintesi, lo sviluppo delle competenze e il rafforzamento della filiera sono imprescindibili per il futuro della geotermia in Italia. **Investire in questi settori non solo rafforzerà la leadership del Paese in questo campo, ma contribuirà anche alla creazione di nuovi posti di lavoro, al progresso tecnologico e alla riduzione delle emissioni, favorendo una transizione energetica più sostenibile e inclusiva.**



PROPOSTE DI POLICY

Per stimolare il settore geotermico in Italia, proponiamo una serie di interventi strategici suddivisi in tre principali aree d'azione: **regolamentazione e incentivi finanziari, sviluppo tecnologico e sensibilizzazione, e pianificazione strategica.**

Regolamentazione e incentivi finanziari

Semplificazione delle procedure autorizzative

Semplificare e rendere più trasparenti le procedure per l'approvazione di progetti geotermici, riducendo i tempi burocratici per facilitare l'avvio di nuovi investimenti.

Creazione di un fondo di garanzia per l'esplorazione geologica

Istituire un fondo di garanzia dedicato per il settore geotermico, riducendo il rischio finanziario nelle fasi esplorative e favorendo gli investimenti, sulla base di modelli europei già collaudati.

Incentivi fiscali mirati per la geotermia

Ampliare le agevolazioni fiscali del Decreto FER-2 e introdurre ulteriori crediti d'imposta o esenzioni per abbattere i costi iniziali dei progetti, migliorando la competitività della geotermia rispetto ad altre energie rinnovabili.

Adeguamento degli obiettivi del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)

Rivedere gli obiettivi PNIEC per la geotermia, aumentando la capacità installata prevista a 1,295 GW entro il 2030, per allineare le ambizioni nazionali al reale potenziale del settore

Sviluppo tecnologico e sensibilizzazione

Incentivi per le pompe di calore geotermiche (GHP)

Introdurre incentivi per promuovere l'uso delle pompe di calore geotermiche (GHP) nel settore residenziale e commerciale, contribuendo alla riduzione delle emissioni di CO2 e supportando gli obiettivi climatici italiani.

Promozione degli impianti a emissioni zero

Supportare gli impianti a reiniezione totale dei fluidi geotermici, che consentono zero emissioni, offrendo incentivi tariffari specifici per favorire lo sviluppo di soluzioni geotermiche pulite.

Investimenti in ricerca e formazione

Finanziare la ricerca per migliorare l'efficienza degli impianti geotermici e abbassare i costi operativi. Favorire programmi di formazione per sviluppare competenze specializzate nelle regioni con maggiore potenziale geotermico, come la Toscana.

Campagna di sensibilizzazione pubblica

Avviare una campagna informativa per far conoscere alla popolazione i benefici economici e ambientali della geotermia, sottolineando l'importanza di questa risorsa per la riduzione della dipendenza energetica e il rafforzamento della sicurezza energetica.

Pianificazione strategica

Creazione di una piattaforma nazionale di mappatura delle risorse geotermiche

Sviluppare uno strumento digitale centralizzato per raccogliere e condividere i dati sulle risorse geotermiche italiane, agevolando la pianificazione e il processo decisionale per le aziende e gli investitori.

CONCLUSIONI

In conclusione, riteniamo che la geotermia rappresenti una risorsa chiave per la transizione energetica in Italia, in virtù della sua **generazione costante**, del **basso impatto ambientale** e della **piena maturità tecnologica** raggiunta.

Tuttavia, lo sviluppo di questa tecnologia è ancora frenato da ostacoli significativi. I costi iniziali elevati legati alle perforazioni e alla costruzione degli impianti, la complessità normativa e i lunghi tempi di autorizzazione costituiscono alcune delle principali sfide. A ciò si aggiunge la resistenza sociale che evidenzia la necessità di una maggiore sensibilizzazione e informazione pubblica.

In Europa, l'interesse verso l'energia geotermica è in costante crescita. Sebbene l'Italia sia stata storicamente all'avanguardia con impianti pionieristici come quelli di Larderello, attualmente conta solo 771 MW di potenza elettrica e 1.317 MW di potenza termica installata. Questi dati sottolineano l'urgenza di aggiornare le politiche nazionali e di definire nuovi obiettivi di sviluppo per il settore.

Per concretizzare il potenziale della geotermia in Italia, proponiamo un insieme di misure di policy volte a rimuovere le barriere esistenti e promuovere un ambiente favorevole agli investimenti. **La semplificazione dell'iter autorizzativo è prioritaria:** snellire le procedure burocratiche ridurrebbe tempi e costi, incentivando l'avvio di nuovi progetti.

Infine, vogliamo sottolineare il ruolo centrale della geotermia in **Toscana**, che rappresenta un modello di successo capace di soddisfare il 30% della domanda elettrica regionale e di garantire oltre 3.500 posti di lavoro legati all'indotto.

Solo con un'azione politica coordinata e ambiziosa potremo trasformare il potenziale geotermico italiano in una risorsa essenziale per un futuro energetico sostenibile e a basse emissioni.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Bruno Della Vedova et al., «Geothermal Energy Use, Country Update for Italy».
- COP28, «COP28: Global Renewables And Energy Efficiency Pledge».
- COP28, IRENA, e GRA, «Tripling renewable power and doubling energy efficiency by 2030: Crucial steps towards 1.5°C».
- EGECE, "2019 EGECE GEOTHERMAL MARKET REPORT Key Findings", June 2020.
- Floridia et al (2022). 3D thermal model of Sicily (Southern Italy) and perspectives for new exploration campaigns for geothermal resources. Global and Planetary Change, 218, 103976.
- GSE, «Rapporto Statistico 2021 - Energia da fonti rinnovabili in Italia».
- GSE, «Rapporto Statistico 2021 - Energia da fonti rinnovabili in Italia».
- Gutiérrez-Negrín, «Evolution of Worldwide Geothermal Power 2020–2023».
- IPCC (2014) Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IRENA, «IRENASTAT - Power Capacity and Generation Statistics».
- IRENA, «Renewable Power Generation Costs in 2022».
- Krafla Magma Testbed Website.
- Lorenzo Tavazzi, La geotermia a emissioni nulle per accelerare la decarbonizzazione e creare sviluppo in Italia, 16 aprile 2024.
- Luca Rossini, La geotermia in Italia: stato attuale e prospettive, 28 giugno 2021.
- Lund e Toth, «Direct Utilization of Geothermal Energy 2020 Worldwide Review».
- Maddah, Goodarzi, e Safaei, «Comparative Study of the Performance of Air and Geothermal Sources of Heat Pumps Cycle Operating with Various Refrigerants and Vapor Injection».
- MASE, «Energia: l'Italia ha inviato il PNIEC a Bruxelles, p.219».
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero delle Politiche agricole, Alimentari e Forestali, "STRATEGIA ITALIANA DI LUNGO TERMINE SULLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DEI GAS A EFFETTO SERRA", Gennaio 2021.
- MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA, DECRETO 30 settembre 2022 Prescrizioni per la posa in opera degli impianti di produzione di calore da risorsa geotermica, destinata al riscaldamento e alla climatizzazione di edifici e misure di semplificazione per l'installazione dei predetti impianti. (22A05770) (GU Serie Generale n.241 del 14-10-2022).

- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Decreto 19 giugno 2024 recante "Incentivazione degli impianti a fonte rinnovabile innovativi o con costi di generazione elevati che presentino caratteristiche di innovazione e ridotto impatto sull'ambiente e sul territorio".
- PROGRAMME OF THE HUNGARIAN PRESIDENCY OF THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION IN THE SECOND HALF OF 2024, 27 Febbraio 2024.
- PROPOSTA DI RISOLUZIONE DEL PARLAMENTO EUROPEO sull'energia geotermica (2023/2111(INI)).
- REGOLAMENTO (UE) 2024/1735 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 giugno 2024 che istituisce un quadro di misure per rafforzare l'ecosistema europeo di produzione delle tecnologie a zero emissioni nette e che modifica il regolamento (UE) 2018/1724.
- Sorghia - Impianto geotermico in Val di Paglia.
- The European House - Ambrosetti in collaborazione con Rete geotermica, "LA GEOTERMIA A EMISSIONI NULLE PER ACCELERARE LA DECARBONIZZAZIONE E CREARE SVILUPPO IN ITALIA", Aprile 2024.
- Think GeoEnergy, «Why Is Italy Not Investing into Further Geothermal Development?».

AWARE

www.awarethinktank.it

info@awarethinktank.it

