

I risultati del progetto GRETA: un'analisi spazialmente esplicita della risorsa geotermica di superficie

Antonio Novelli^(a), Valentina D'Alonzo^(a), Daniele Vettorato^(a), Pietro Zambelli^(a)

^(a) Eurac Research, Institute for Renewable Energy, Via Alessandro Volta 13/A
39100 Bolzano - Antonio.Novelli@eurac.edu; Valentina.Dalonzo@eurac.edu;
Daniele.Vettorato@eurac.edu; Pietro.Zambelli@eurac.edu

Abstract

Lo sfruttamento della geotermia superficiale a bassa entalpia, come risorsa rinnovabile, non è particolarmente diffuso. Tra i fattori che ne limitano l'utilizzo possono sicuramente essere annoverati la scarsa conoscenza da parte dei potenziali utenti delle tecnologie ad essa associate, una complicata e spesso frammentata normativa ed elevati costi di installazione.

In particolare, la geotermia superficiale non copre un ruolo di grande rilievo negli strumenti di pianificazione energetica nazionale e/o regionale. Le motivazioni di ciò sono molteplici e risiedono soprattutto nella difficoltà di reperimento di informazioni sulla capacità di soddisfare le esigenze di riscaldamento e raffrescamento in una determinata area, nonché nella mancanza di consapevolezza dei potenziali vantaggi correlati ad un suo utilizzo, da parte di una buona fetta della popolazione.

Questo contributo vuole offrire uno spunto su uno studio effettuato nell'ambito del progetto GRETA (Near-surface Geothermal Resources in the Territory of the Alpine Space, 2015-2018) il cui obiettivo è stato quello di valutare, con una metodologia basata sull'utilizzo di molteplici dati spazialmente distribuiti, l'impatto finanziario dell'installazione di pompe di calore geotermiche a circuito chiuso per l'intero parco edilizio residenziale della regione Valle d'Aosta (circa 40.000 edifici). Nella messa a punto dei calcoli è stata di fondamentale importanza l'applicazione dei risultati ottenuti dalla stima della domanda energetica (termica) del parco edilizio Valdostano. Quest'ultima è stata messa a punto utilizzando open data reperiti dai geoportali regionali.

Le metodologie proposte sono state implementate con l'obiettivo di far parte di sistemi di supporto alle decisioni in grado di gestire spazialmente le informazioni (*Spatial Decision Support Systems*). Tali sistemi possono fornire un valido ausilio, per i decisori locali, nello sviluppo di piani energetici sostenibili in grado di integrare l'effetto congiunto di un efficace risanamento energetico del parco edilizio e una maggiore produzione di energia da fonti rinnovabili disponibili in loco.

1. Introduzione

Lo sfruttamento della geotermia superficiale a bassa entalpia, come risorsa rinnovabile, non è particolarmente diffuso. Tra i fattori che ne limitano l'utilizzo possono sicuramente essere annoverati la scarsa conoscenza da parte

dei potenziali utenti delle tecnologie ad essa associate, una complicata e spesso frammentata normativa ed elevati costi di installazione (Müller et al., 2018). In particolare, la geotermia superficiale non copre un ruolo di grande rilievo nella pianificazione energetica nazionale e/o regionale. Le motivazioni di ciò sono molteplici e risiedono soprattutto nella difficoltà di reperimento di informazioni sulla capacità di soddisfare le esigenze di riscaldamento e raffrescamento in una determinata area, nonché nella mancanza di consapevolezza dei potenziali vantaggi, correlati ad un suo utilizzo, da parte di una buona fetta della popolazione.

Questo documento vuole offrire uno spunto su uno studio effettuato nell'ambito del progetto GRETA ("*GRETA Project – Near-surface Geothermal Resources in the Territory of the Alpine Space*", Alpine Space, 2015-2018) il cui obiettivo è stato quello di valutare, con una metodologia spazialmente esplicita, l'impatto finanziario dell'installazione di pompe di calore geotermiche a circuito chiuso e a bassa entalpia per l'intero parco edilizio residenziale della regione Valle d'Aosta (circa 40.000 edifici).

2. Area di studio

L'area di studio selezionata è la Valle d'Aosta (Alpi italiane nord-occidentali). La regione è ubicata in una zona montuosa di 3.200 km² avente 128.000 abitanti ed i più alti massicci europei (tra cui il Monte Bianco, il Monte Rosa e il Gran Paradiso); l'altitudine media di tutto il territorio è di circa 2100 m s.l.m. e i ghiacciai occupano circa il 5% della superficie totale.

La valle principale è attraversata dal fiume Dora Baltea, per una lunghezza di circa 100 km. I principali centri abitati sono tutti situati nella pianura valdostana: Aosta (34.777 abitanti), Sarre (4941), Châtillon (4844) e Saint-Vincent (4742). La maggior parte della popolazione vive nel fondovalle, tra i 350 e i 700 m s.l.m. Tuttavia, alcune famose mete turistiche si trovano ad alta quota: Courmayeur (1224 m s.l.m.), Valtournenche (1528 m s.l.m.) e Cogne (1524 m s.l.m.).

Il clima della regione è tipicamente alpino, con inverni freddi e brevi estati. Le temperature variano significativamente all'interno del territorio, a causa dei forti dislivelli. Le precipitazioni sono particolarmente basse, se confrontate con altre valli alpine.

Dal punto di vista geologico, il Dominio Pennidico è il più diffuso e si riferisce ad un ampio insieme di rocce di diversa genesi geologica e posizione paleogeografica, successivamente deformate durante l'orogenesi.

3. Dati e Metodi

La Tabella 1 mostra i dati che sono stati necessari allo sviluppo della metodologia. In particolare, la metodologia applicata nel progetto GRETA ha cercato di fornire maggiori input alla richiesta di inserimento nella pianificazione energetica regionale delle pompe di calore. In questa cornice, uno degli aspetti considerati è stata l'analisi dell'impatto finanziario conseguente all'installazione di una pompa di calore geotermica in ogni singolo edificio ad uso residenziale del territorio Valdostano. In un'analisi con tale

finalità, è importante tenere in considerazione il quadro normativo di riferimento; per questo motivo le aree non sfruttabili per la geotermia, a causa di vincoli inerenti la legislazione tecnica e ambientale, sono state escluse.

Dati raccolti	
Per singolo edificio	<ul style="list-style-type: none"> - DSM e DTM delle aree residenziali (GeoPortale – Portale dei dati territoriali della Valle d’Aosta, 2018); - Edifici turistici e del terziario dal progetto OpenStreetMap (OpenStreetMap, 2018); - Attestati di prestazione energetica (APE) della Lombardia, CENED+2.0 (Infrastrutture Lombarde S.p.A, 2018) includenti l’età, i parametri di prestazione energetica e le caratteristiche geometriche degli edifici certificati.
Per sezione di censimento	- Numero di edifici residenziali, superficie riscaldata totale, numero di appartamenti permanentemente occupati per età (dati dell’ultimo censimento italiano della popolazione e degli edifici realizzato nel 2011 (ISTAT, 2011)).
A livello regionale	- Serie di dati temporali delle temperature dell’aria da 75 stazioni meteorologiche ufficiali della Valle d’Aosta (Meteo in Valle d’Aosta, 2019).
Curve di carico termico	- Fornite dal progetto GRETA.
Costi di investimento ed esercizio	- Reperiti tramite questionari.

Tabella 1 – dati di input.

Per effettuare una stima finanziaria possono essere utilizzate diverse modalità con un unico obiettivo da raggiungere, quello della valutazione dei flussi di denaro in entrata e in uscita. Nel nostro caso, l’obiettivo era quello di individuare flussi di denaro legati all’installazione di pompe di calore geotermiche nell’ipotesi che le stesse potessero soddisfare la domanda termica del parco edifici residenziale (a livello di singolo edificio).

Tuttavia, il reperimento dei dati necessari alla valutazione della domanda termica degli edifici non è scontato a causa dei vincoli di privacy e dell’impossibilità di accedere, per il caso studio della Valle d’Aosta, ai singoli Attestati di Prestazione Energetica (APE). Per questo motivo sono stati utilizzati gli APE della regione Lombardia - dataset CENED (Certificazione Energetica degli Edifici) - rilasciati come open-data. Adottando criteri di similarità tra le due regioni, è stato possibile effettuare un bilancio energetico degli edifici, basato sul Decreto Ministeriale del 26/6/2009, rifinando poi il risultato per tener conto di dati aggregati forniti dal Centro Osservazione e Attività sull’Energia (COA Energia Finaosta) della Valle d’Aosta e di dati dell’ultimo censimento nazionale della popolazione e delle abitazioni.

La stima della domanda termica degli edifici ed i dati correlati alle caratteristiche litologiche e geofisiche dell’area hanno costituito i principali input per lo studio finanziario. Inoltre, per portare a compimento tale analisi si è reso necessario un dimensionamento di massima dell’impianto geotermico (effettuato per ogni edificio con il metodo ASHRAE (ASHRAE, 2018)), al fine di

poter calcolare i costi di investimento, di manutenzione e di esercizio del sistema e per poter operare un successivo confronto con tecnologie alternative. Data l'estensione dell'analisi, si sono rese necessarie alcune ipotesi semplificative per il calcolo dei flussi finanziari. Questa necessità è estremamente comune nello studio di fenomeni ad elevato grado di complessità. Tra le più importanti assunzioni va annoverato il fatto che la domanda energetica dei singoli edifici è stata ipotizzata come interamente soddisfatta dalle pompe di calore geotermiche (ossia è stata esclusa la possibilità di impianti ibridi). Inoltre, data l'oggettiva difficoltà nel calcolare i costi di installazione, i costi di investimento iniziali sono stati aumentati per tener conto delle incertezze. Infine, i sussidi statali considerati, e calcolati secondo il Decreto MISE 16/02/2016 ("Conto Termico"), sono stati applicati in un'unica soluzione.

Partendo dai dati così raccolti, e/o generati, è stato possibile portare a compimento l'analisi finanziaria operando anche un confronto tra diverse soluzioni impiantistiche: pompe di calore geotermiche (a circuito chiuso), caldaie a gasolio e caldaie a metano. Queste ultime accoppiate con un impianto di raffrescamento aria-aria (condizionatore). I costi di investimento, manutenzione ed esercizio delle diverse tecnologie considerate sono stati ricavati da un'analisi dei prezzi di mercato effettuata a partire da dati raccolti a livello locale. Tra gli scenari considerati, è stata presa in considerazione anche la possibilità di combinare un impianto fotovoltaico con quello geotermico al fine di considerare gli effetti sull'investimento indotti dallo stesso. Questa eventualità è stata resa possibile grazie all'utilizzo del DSM disponibile e del modulo di GRASS GIS (GRASS Development Team, 2017) r.sun (GRASS GIS manual: r.sun, 2019).

Infine, l'analisi edificio per edificio è stata effettuata mediante il calcolo del costo livellato dell'energia (*Levelised Cost of Energy* - LCOE). Tale indicatore è stato scelto in quanto esprime un costo per unità di energia prodotta e consente un facile confronto tra diverse tecnologie. Inoltre, la presenza o meno di incentivi statali ("Conto Termico") è stata considerata nei calcoli (si veda la sezione 4).

$$LCOE = \frac{\sum_{t=-k}^n (I_t + O\&M_t + F_t) * (1-r)^{-t}}{\sum_{t=-k}^n (E_t) * (1-r)^{-t}} \quad [1]$$

In cui rispettivamente I_t rappresenta il costo di investimento; $O\&M_t$ i costi di esercizio e manutenzione; F_t il costo dell'energia necessaria al funzionamento dell'impianto, E_t la quantità di energia termica prodotta nell'anno; $(1-r)_t$ il fattore di sconto ad interesse costante r per l'anno t .

Ulteriori informazioni relative alla metodologia appena descritta si possono trovare nei report finali del progetto GRETA prodotti da Eurac Research (soprattutto D5.1.1, D5.2.1 (GRETA project, 2018a, 2018b)).

4. Risultati e Conclusioni

Per la regione Valle d'Aosta, quattro scenari sull'utilizzo di pompe di calore geotermiche a circuito chiuso (*ground source heat pump* - gshp),

congiuntamente con un impianto fotovoltaico (*photovoltaics* – PV) e sussidi statali (*subsidies* – sub), sono stati messi a confronto per verificare cosa potrebbe influenzare maggiormente la diffusione della tecnologia geotermica. I quattro scenari hanno considerato, come anticipato, anche il confronto con caldaie a gas metano e gasolio (rispettivamente *gas* e *oil*). Inoltre la presenza di impianti fotovoltaici è stata considerata nell’analisi finanziaria congiuntamente ad impianti di condizionamento (*air conditioning systems* – ACS). Per motivi di sintesi, i confronti sono riportati di seguito utilizzando degli istogrammi.

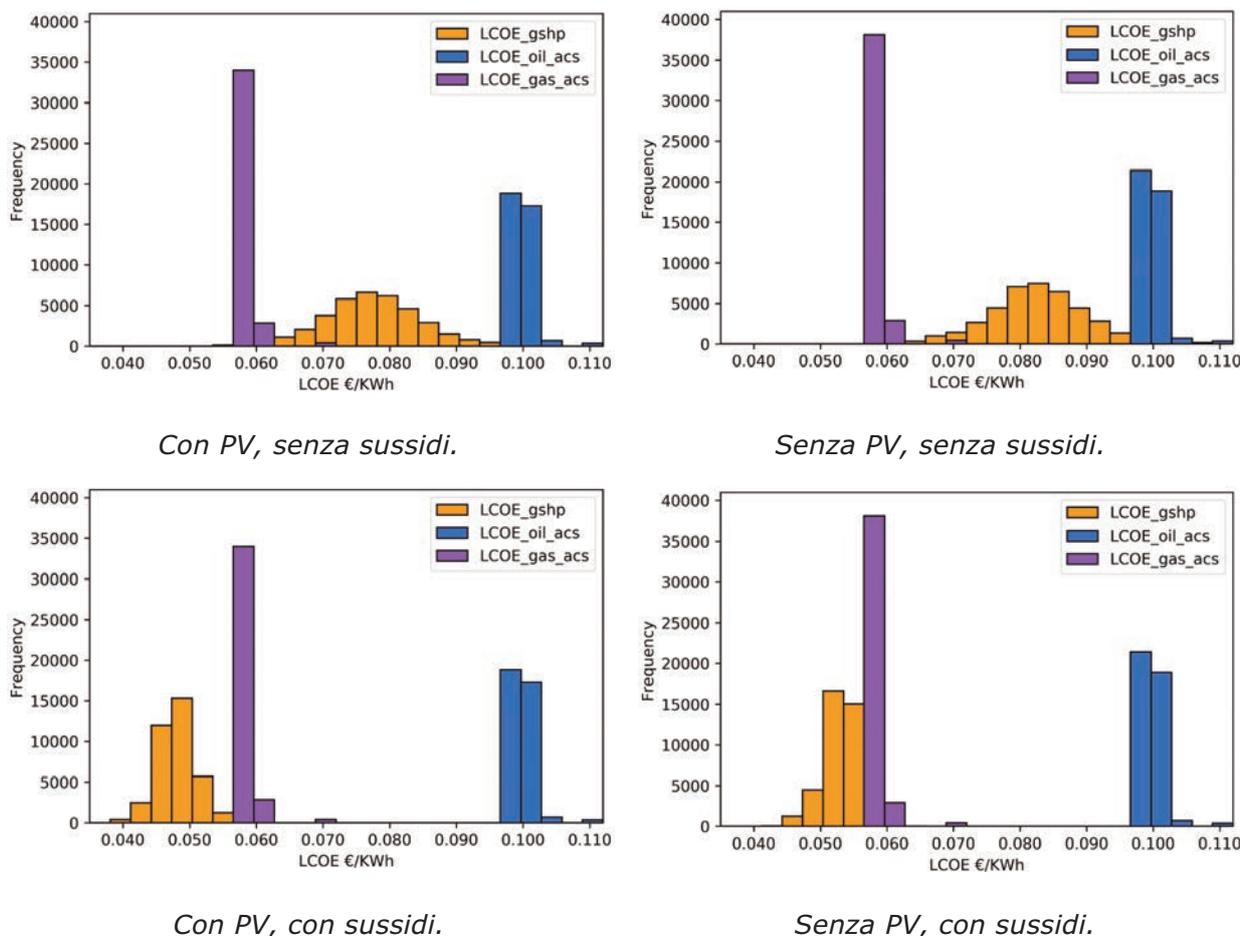


Figura 1: istogrammi LCOE. Pompa geotermica a circuito chiuso (gshp), impianto fotovoltaico (pv), caldaie a gas metano e gasolio (gas e oil), impianti di condizionamento (acs). Fonte: Eurac Research per il progetto GRETA

La Figura 1 mostra una chiara influenza positiva degli incentivi statali sull’investimento e sulla convenienza dell’installazione di un impianto geotermico a bassa entalpia a circuito chiuso. L’influenza dell’impianto fotovoltaico, sebbene non accentuata nella figura, è comunque presente e si caratterizza con una leggera riduzione dell’indicatore LCOE associato alle pompe di calore geotermiche. Tale riduzione può essere apprezzata notando che le barre dell’istogramma relativo alle pompe di calore geotermiche si spostano leggermente a sinistra. È possibile notare anche come l’utilizzo di caldaie a gas, a parità di condizioni, risulti sempre più conveniente dell’utilizzo

di quelle a gasolio. Ciò è giustificato dall'elevato costo di esercizio di queste ultime. Infine, l'approccio seguito nel progetto GRETA mostra chiaramente una maggiore variabilità nella collocazione dei valori di LCOE relativi agli impianti geotermici (l'istogramma risulta più largo). Ciò è in linea con le caratteristiche di eterogeneità dello stato geofisico dei suoli interessati dalle installazioni (ipotetiche) e dimostra come il progetto abbia ulteriormente sottolineato l'importanza di una caratterizzazione geologica ai fini della determinazione dei costi di questo tipo di impianti.

Nella Figura 2 è rappresentato un estratto di questo risultato espresso in termini spaziali su un subset della città di Aosta.

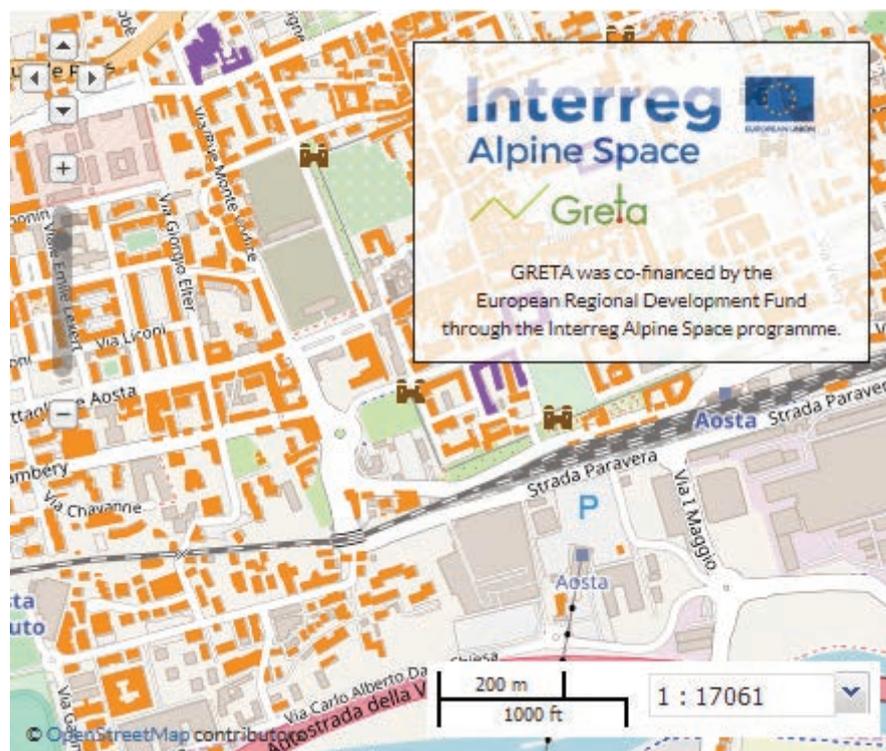


Figura 2. Estratto dal WebGIS (<http://greta.eurac.edu/maps/214/embed>) riportante i risultati dello studio presentato in questo contributo. Per la legenda dei colori si faccia riferimento alla Figura 1.

Concludendo, l'analisi ha dimostrato come sia possibile effettuare studi spazialmente espliciti in grado di fornire molte indicazioni sulle politiche necessarie nel processo di transizione energetica a scala urbana e regionale. Tuttavia, uno dei maggiori limiti all'applicazione di questa tipologia di analisi spaziali è rappresentato dalla scarsa disponibilità dei dati fruibili per le analisi stesse.

Infatti, spesso i dati necessari non sono disponibili oppure sono presenti in maniera frammentata e con copertura disomogenea. A causa di ciò, per la produzione di studi di rilievo a carattere regionale e/o nazionale si è costretti ad utilizzare metodi di aggiustamento dei dati e ad introdurre alcune semplificazioni di fenomeni complessi, senza le quali non sarebbe possibile completare le analisi necessarie.

Bibliografia

- ASHRAE, 2018. Geothermal Heating and Cooling: Design of Ground-Source Heat Pump Systems [WWW Document]. URL <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/geothermal-heating-and-cooling-design-of-ground-source-heat-pump-systems> (accessed 6.27.18).
- GeoPortale – Portale dei dati territoriali della Valle d’Aosta [WWW Document], 2018. URL <http://geoportale.regione.vda.it/> (accessed 6.27.18).
- GRASS Development Team, 2017. Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS) Software, Version 7.2. Open Source Geospatial Foundation.
- GRASS GIS manual: r.sun [WWW Document], 2019. URL <https://grass.osgeo.org/grass74/manuals/r.sun.html> (accessed 10.7.19).
- GRETA project, 2018a. D5.1.1 A spatial explicit assessment of the economic and financial feasibility of Near Surface Geothermal Energy. Eurac Research.
- GRETA project, 2018b. D5.2.1 Report on the test of the integration of NSGE into Energy Plans for the selected Pilot Areas. Eurac Research.
- GRETA Project – Near-surface Geothermal Resources in the Territory of the Alpine Space – Alpine Space [WWW Document], 2015. URL <https://www.alpine-space.eu/projects/greta/en/home> (accessed 10.7.19).
- Infrastrutture Lombarde S.p.A, 2018. CENED+2.0 - OpenData [WWW Document]. URL http://www.cened.it/opendata_cenedplus2
- ISTAT, 2011. 15° Censimento della popolazione e delle abitazioni 2011 [WWW Document]. URL <https://www.istat.it/it/censimenti-permanenti/censimenti-precedenti/popolazione-e-abitazioni/popolazione-2011> (accessed 7.4.18).
- Meteo in Valle d’Aosta [WWW Document], 2019. . Centro funzionale regione autonoma Valle d’Aosta. URL <http://cf.regione.vda.it/index.php> (accessed 10.7.19).
- Müller, J., Galgaro, A., Dalla Santa, G., Cultrera, M., Karytsas, C., Mendrinis, D., Pera, S., Perego, R., O’Neill, N., Pasquali, R., Vercruyssen, J., Rossi, L., Bernardi, A., Bertermann, D., 2018. Generalized Pan-European Geological Database for Shallow Geothermal Installations. *Geosciences* 8, 32. <https://doi.org/10.3390/geosciences8010032>
- OpenStreetMap [WWW Document], 2018. OpenStreetMap. URL <https://www.openstreetmap.org/> (accessed 9.28.18).

