

P.9

Calore ambiente e geotermia



Situazione attuale

Aria, terra, acqua costituiscono riserve di calore che possono essere sfruttate per soddisfare il fabbisogno termico per riscaldamento, grazie all'impiego di pompe di calore e di sonde geotermiche. L'aria, le acque di falda, i laghi e i corsi d'acqua infatti immagazzinano il calore proveniente dalla radiazione solare; il sottosuolo beneficia invece del flusso di calore che si irradia dall'interno della terra.

Il ricorso alle pompe di calore consente di sfruttare in modo efficiente tale disponibilità termica, aumentandone la temperatura fino al livello necessario per il riscaldamento delle abitazioni e la produzione di acqua calda sanitaria: una pompa di calore infatti opera trasferendo calore da «sorgenti a bassa temperatura» ad un «pozzo caldo» (aria o acqua di riscaldamento), e per il suo funzionamento richiede energia elettrica. Il vantaggio sta nel fatto che con un input di elettricità pari al 30%, o meno, è in grado di generare il 100% dell'energia termica utile al riscaldamento.

Secondo l'Ufficio federale dell'energia, un utilizzo su larga scala delle pompe di calore consentirebbe di ottenere una notevole riduzione delle emissioni di CO₂ e del consumo di combustibili fossili, anche nel caso in cui l'energia elettrica utilizzata per il funzionamento delle pompe di calore fosse prodotta in centrali termoelettriche alimentate a combustibili fossili. L'utilizzo di una pompa di calore consente infatti di risparmiare fino al 50% rispetto alle convenzionali caldaie a olio o a gas.

Calore ambiente

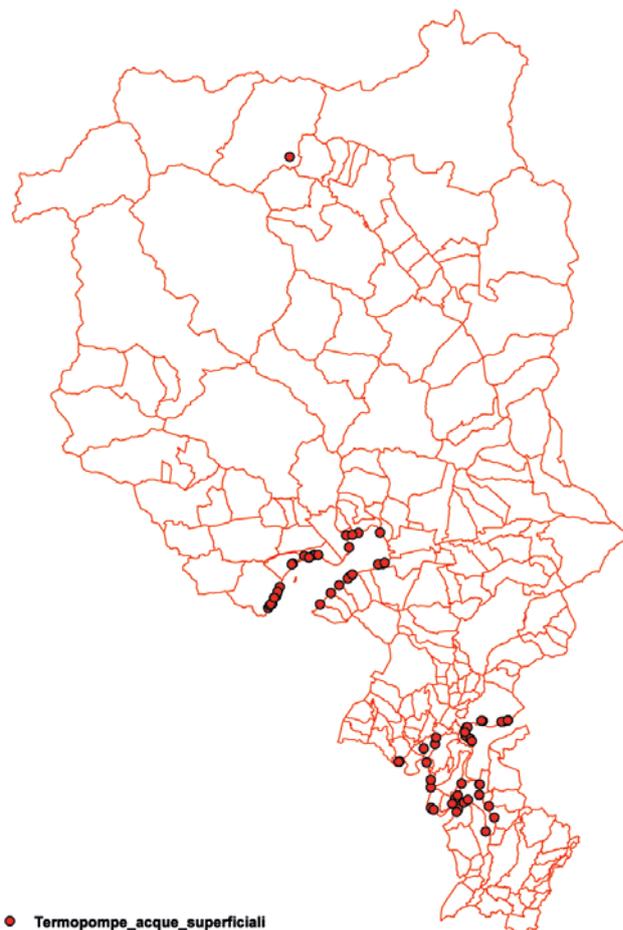
Le pompe di calore sono alimentate attraverso:

- aria ambiente: disponibile ovunque in quantità illimitate, può essere utilizzata senza bisogno di autorizzazioni particolari. Le pompe di calore aria/acqua possono essere utilizzate fino a 600–800 m di altitudine come sistema monovalente, in grado di coprire tutto il fabbisogno di calore dell'abitazione. Ad altitudini superiori è necessario un complemento, cioè un altro impianto che supporti la pompa di calore;
- acqua di falda o di lago/fiume: la temperatura della falda freatica è costante tra gli 8°C e i 12°C su tutto l'arco dell'anno, pertanto particolarmente adatta all'utilizzo in accoppiata con una pompa di calore; per l'installazione di pompe di calore acqua/acqua è necessaria un'autorizzazione. La dislocazione delle pompe di calore di questo tipo è riportata nella figura a pag. 109;
- suolo: a questo scopo si appoggiano a una sonda geotermica (vedi paragrafo successivo), in accoppiata con una pompa di calore a salamoia-acqua.

Ad oggi non sono disponibili dati sistematici circa la diffusione delle pompe di calore in Cantone Ticino: solo nel caso in cui attivino contratti speciali, infatti, le aziende elettriche sono in grado di isolare i contratti con le utenze dotate di pompa di calore.

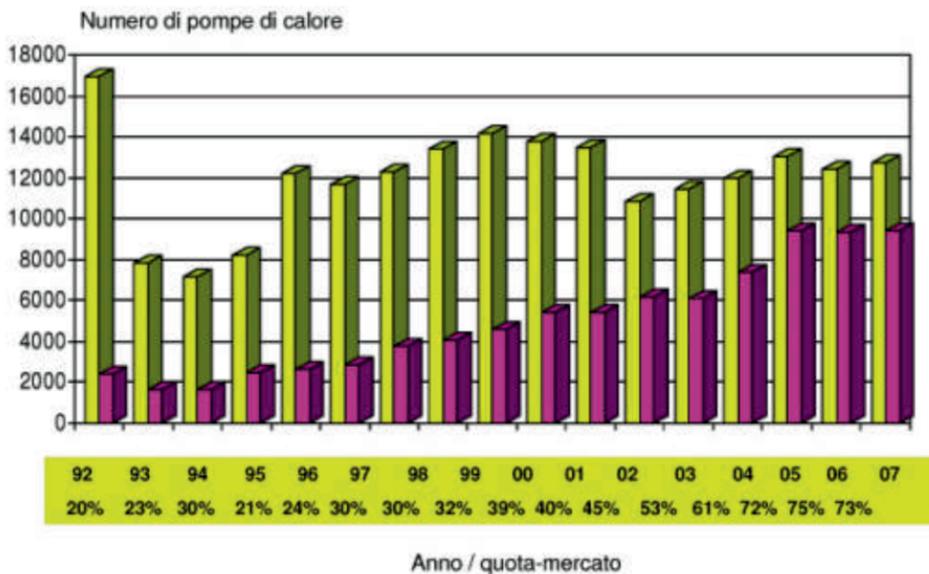
Sono tuttavia disponibili statistiche, a livello svizzero, circa il nuovo edificato, aggiornate al 2007: le pompe di calore sono utilizzate nel 73% dei casi quale sistema di riscaldamento per nuove abitazioni monofamiliari [fonte: Svizzera energia]. Molto meno diffusa, invece, è la conversione a pompa di calore nell'ambito dei risanamenti: il fattore limitante è dovuto alla frequente necessità di intervenire in modo radicale sugli impianti di riscaldamento, cosa che rende questa tecnologia meno competitiva e appetibile di quelle tradizionali.

Fonte: Ufficio Energia Cantone Ticino



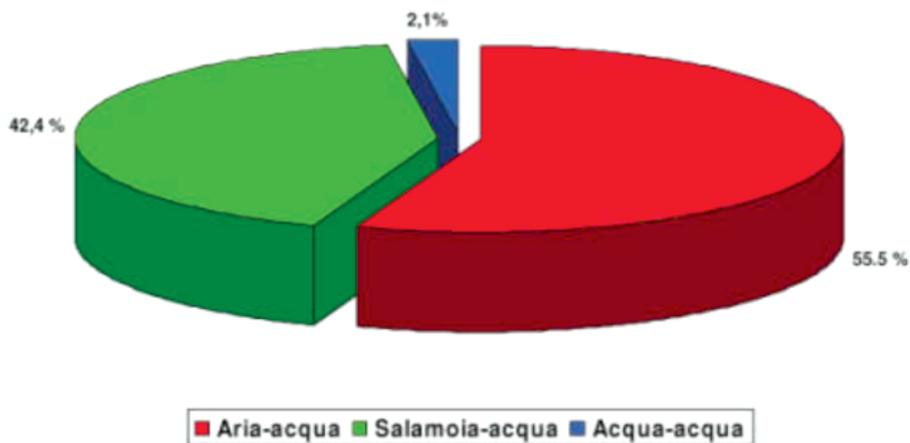
Quota mercato pompe di calore < 20 kW nuove case unifamiliari

Fonte: Gruppo promozionale svizzero per le pompe di calore, 2007



Vendite di pompe di calore nel 2007, per fonte energetica

Fonte: Gruppo promozionale svizzero per le pompe di calore, 2007



Geotermia

Lo sfruttamento del calore geotermico può avvenire secondo due modalità: alta o bassa temperatura.

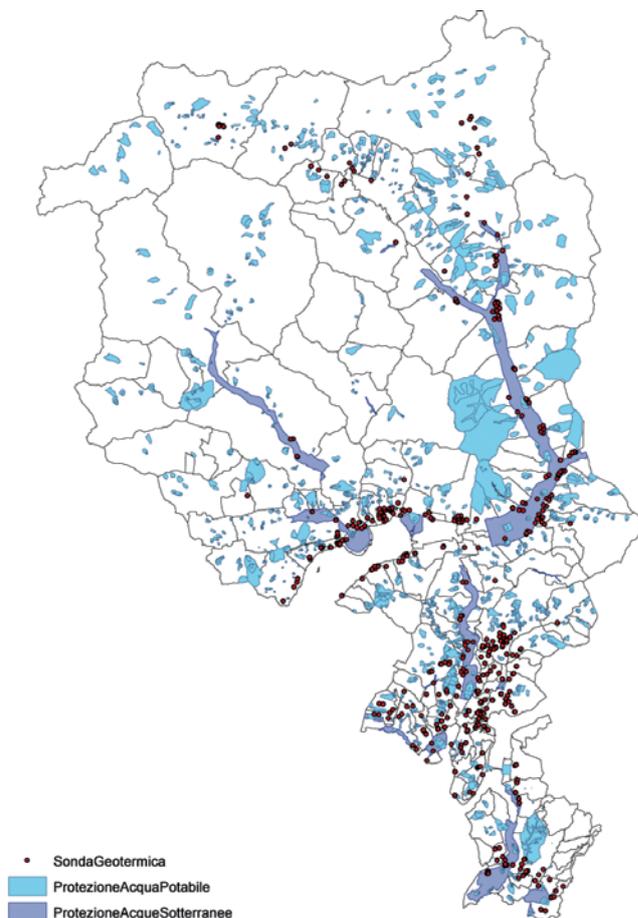
La geotermia di alta temperatura consente di sfruttare il calore ad alta temperatura ($> 150^{\circ}\text{C}$) immagazzinato dalle rocce a diversi chilometri di profondità nel sottosuolo al fine di produrre energia elettrica e calore (deep heat mining).

Questa tecnologia necessita ancora di sperimentazioni operative per poterne dimostrare la fattibilità e la convenienza tecnico-economica.

La geotermia di media ($30\text{--}70^{\circ}\text{C}$) e bassa ($10\text{--}30^{\circ}\text{C}$) temperatura è invece adatta al riscaldamento degli edifici, in combinazione con sistemi a pompa di calore. Il calore del sotto-suolo è sfruttato attraverso uno scambiatore di calore installato in perforazioni verticali (sonda geotermica). A titolo di riferimento, il calore necessario ad una abitazione mono-famigliare può essere fornito da una sonda verticale di lunghezza di $80\text{--}120$ metri. A queste profondità la temperatura del terreno è pari a $12\text{--}15^{\circ}\text{C}$ e rimane costante lungo tutto l'arco dell'anno.

Per le abitazioni di piccole dimensioni si tratta ormai di una tecnologia consolidata e commercialmente matura: le sonde geotermiche sono installate «chiavi in mano» da imprese specializzate, sia per case familiari sia per immobili o piccoli quartieri residenziali.

Fonte: SUPSI- DACD- IST



Recenti statistiche stimano che, a livello nazionale, il 40% dei nuovi edifici riscaldati tramite pompa di calore (che sono 7.3 su 10), utilizza una sonda geotermica abbinata a una pompa di calore salamoia-acqua (cfr. diagramma a pag. 110).

In Canton Ticino la percentuale di diffusione è sicuramente inferiore, come mostra il grafico sottostante. Risulta comunque evidente una tendenza di forte crescita.

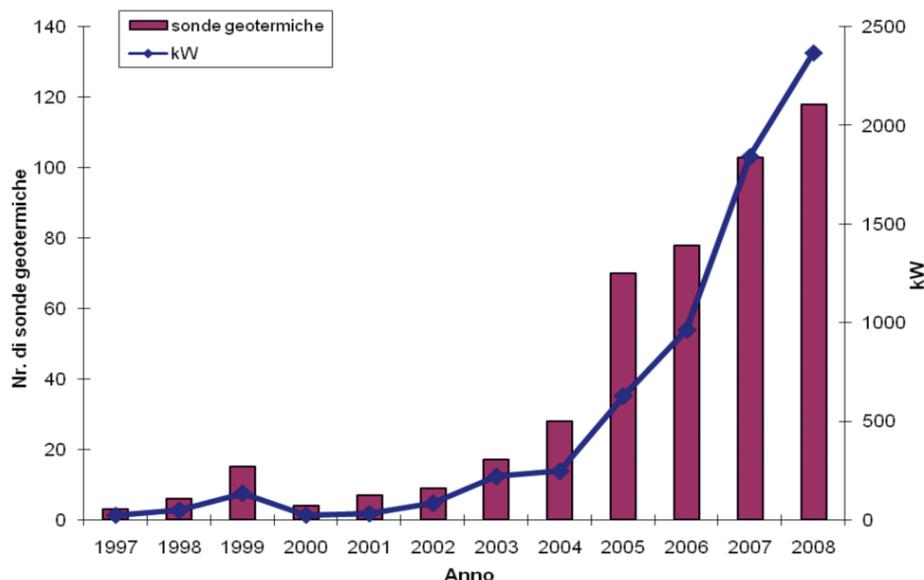
Vi è da considerare, tuttavia, che per i risanamenti potrebbe presentarsi qualche difficoltà in più, in quanto non sempre sono disponibili gli spazi per l'alloggiamento delle sonde geotermiche e, per la fase di cantiere, gli spazi di manovra necessari per le trivellazioni.

Estremamente interessante per il futuro è anche la possibilità di abbinare il riscaldamento invernale con il raffrescamento estivo (geocooling): il sottosuolo può infatti essere considerato come un serbatoio ad accumulo stagionale, che può essere utilizzato quando serve per produrre caldo o freddo. Per edifici di grandi dimensioni, quali edifici pubblici, terziario o strutture commerciali, è possibile installare campi di sonde geotermiche (una serie di sonde verticali posate in modo compatto, al fine di consentire uno stoccaggio stagionale di caldo e di freddo), che durante il periodo invernale consentono il riscaldamento a basse temperature con una pompa di calore, mentre nel periodo estivo forniscono il raffrescamento dell'edificio, senza macchina del freddo, con la conseguente ricarica del terreno con gli scarti termici dell'edificio.

Tale tecnologia è già conosciuta e applicata a livello internazionale; non sono tuttavia numerosi gli esempi nel Cantone Ticino.

Evolutione delle concessioni ad uso termico e delle potenze installate

Fonte: SPAAS



Potenziale

Il potenziale di sfruttamento del calore ambiente e geotermico è molto elevato: l'unico importante limite è rappresentato da fattori di protezione delle acque sotterranee. Per lo sfruttamento dell'energia geotermica è infatti necessario un permesso rilasciato dall'autorità cantonale, che verifichi che l'impianto in progetto sia esterno agli ambiti di protezione delle acque (cfr. figura¹ a pag 111). Le autorizzazioni allo sfruttamento delle acque sotterranee sono rilasciate a condizione che non siano in previsione utilizzazioni preminenti e che l'utilizzo non comporti un degrado qualitativo o quantitativo della risorsa. Nell'utilizzo delle acque sotterranee è infatti attribuita la priorità, nell'ordine, a usi potabili, industriali, agricoli, prima che a quelli termici; inoltre, vi è l'obbligo di garantire che l'acqua re-immessa in falda abbia una differenza di temperatura rispetto a quella captata di soli 4 gradi.

In virtù di tale regolamentazione, è vietata la posa di sonde geotermiche all'interno di falde freatiche, in quanto localmente potrebbe provocare un raffreddamento superiore a quello autorizzato, con possibilità di provocare la formazione di ghiaccio negli acquiferi. Al di fuori degli acquiferi, invece, le sonde geotermiche sono ammesse ad eccezione che nelle zone di protezione e nei bacini di alimentazione delle sorgenti: il rischio è che in tali ambiti la presenza delle sonde comporti l'eccessivo abbassamento della temperatura dell'acqua.

Infine, un ulteriore vincolo alla diffusione delle sonde geotermiche è legato all'effetto cumulato: la presenza di più sonde troppo vicine l'una con l'altra potrebbe determinare, nel tempo, un abbassamento eccessivo della temperatura del sottosuolo.

Visioni, scelte, obiettivi

Il contributo complessivo delle pompe di calore (calore ambiente + elettricità) consente di coprire il 27% circa del fabbisogno di calore a regime di abitazioni e stabili amministrativi e commerciali, pari a 692 GWh. Nell'ipotesi che il rapporto tra calore prelevato dall'ambiente e energia elettrica da fornire sia rispettivamente all'incirca pari a 2/3 e 1/3 del fabbisogno energetico totale, si può ipotizzare la seguente configurazione a regime:

	Calore recuperato dall'ambiente (GWh)	Energia elettrica consumata (GWh)	Totale pompe di calore (GWh)
Riscaldamento abitazioni	381	181	562
Riscaldamento commercio e servizi	85	45	130
Totale (GWh)	466	226	692

1 A queste limitazioni occorre anche aggiungere le limitazioni sui territori inclusi nelle fasce di rispetto di infrastrutture sotterranee d'interesse pubblico, quali ad esempio quelle legate ad AlpTransit, che hanno la precedenza.

Ipotizzando che le pompe di calore sostituiscano integralmente riscaldamento a olio, ciò equivale a una riduzione delle emissioni di CO₂ pari a 148'991 ton CO₂/anno, alle quali occorre sottrarre le emissioni dovute alla produzione di elettricità (32'092 ton CO₂/anno). Nel complesso, a regime tale obiettivo garantirebbe una **riduzione delle emissioni pari a 116'899 ton CO₂/anno**.

La diffusione delle pompe di calore che sfruttano il calore contenuto nell'aria e nell'acqua è tanto elevata da non richiedere la definizione di obiettivi e strumenti specifici. Sono invece necessari obiettivi volti alla diffusione delle sonde geotermiche per lo sfruttamento del calore del sotto-suolo, espressi come segue:

- **Il 20% delle abitazioni riscaldate mediante pompa di calore utilizza una sonda geotermica.**
- **Il 30% degli edifici sottoposto a risanamento utilizza una pompa di calore a sonda geotermica per il riscaldamento**
- **L'80% dei nuovi edifici di grandi dimensioni utilizza una pompa di calore a sonda geotermica per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo²**

Per comprendere l'entità effettiva di risorse finanziarie necessarie per il raggiungimento degli obiettivi, si consideri che il tempo di ritorno dell'investimento per un impianto di riscaldamento con pompa di calore a sonda geotermica per un edificio mono o bi-famigliare è pari a circa 20 anni: il costo medio della pompa di calore salamoia-acqua per sonda geotermica è di poco inferiore a quello per le pompe di calore aria-acqua, tuttavia ad esso è necessario aggiungere il costo della sonda geotermica, stimabile in 100 CHF per metro lineare, pertanto in media pari a circa 8'000 -15'000 CHF. Nonostante il costo d'investimento aggiuntivo sia compensato dalla migliore efficienza di conversione energetica della pompa di calore a sonda geotermica rispetto a quella ad aria, esso costituisce tuttora una barriera alla penetrazione nel mercato immobiliare.

Una volta installata, tuttavia, la sonda geotermica ha una durata di vita media pari a circa 50 anni e l'impianto ha un costo medio annuo di manutenzione e di consumo di elettricità inferiore rispetto a quello di una pompa di calore ad aria [fonte: WWF, aprile 2009]: interventi volti a ridurre le barriere all'investimento consentono di rendere effettivamente competitiva questa tecnologia.

Inoltre, è introdotto un obiettivo relativo allo sfruttamento dell'energia geotermica per la produzione di elettricità e contestualmente calore (impianto di cogenerazione):

È attivo sul territorio cantonale almeno un impianto pilota per lo sfruttamento dell'energia geotermica di elevata profondità.

Se dimensionato come quello relativo al progetto pilota di Basilea, ora sospeso, l'impianto di cogenerazione che sfrutta il calore geotermico di profondità potrebbe produrre fino a **20 GWh/anno di elettricità e 80 GWh/anno di calore**.

2 Una percentuale più elevata di quella proposta non sarebbe plausibile, tenendo conto della ampiezza e della localizzazione delle aree di tutela della risorsa idrica sotterranea. In proposito potrebbe essere interessante effettuare uno **studio per valutare quanta percentuale dell'edificato ticinese è a priori escluso dalla possibilità di utilizzo della geotermia**.

Strumenti

A livello federale, un terzo dei proventi della tassa sul CO₂, stimati in circa 70 Mio CHF all'anno, saranno destinati alla promozione delle energie rinnovabili, geotermia inclusa. Ulteriori incentivi finanziari potranno derivare indirettamente dai programmi di sussidio cantonali che supportano i risanamenti Minergie e Minergie-P, che possono scegliere di utilizzare la tecnologia delle pompe di calore per coprire il fabbisogno di calore dell'edificio.

Si ritiene che, in questo contesto, non siano necessari provvedimenti specifici di promozione delle pompe di calore, in quanto costituiscono una tecnologia già matura e collaudata, resa ancora più appetibile dal recente Regolamento per l'utilizzazione dell'energia RUEn e dalla diffusione degli standard Minergie. È invece plausibile che gli elevati costi d'investimento continueranno a limitare la diffusione delle pompe di calore che sfruttano le sonde geotermiche. Pertanto, si propongono i seguenti strumenti:

Geotermia a bassa temperatura:

1. Ogni anno viene messo a disposizione un capitale di **10 milioni di franchi**, direttamente dal Cantone o tramite Banca Stato, da erogarsi nella forma di **prestiti a tasso zero** per favorire la **sostituzione di impianti di riscaldamento alimentati a fonti fossili con impianti a pompa di calore con sonda geotermica**. Tale contributo viene corrisposto solo nell'ambito di **risanamenti degli impianti di riscaldamento**, per una somma massima pari a 10'000 CHF per impianto, da restituirsi nell'arco di 5 anni. In questo modo si favorisce ogni anno la conversione di 1'000 impianti, con un costo complessivo a carico del Cantone pari all'interesse bancario mancato (ipotizzando un tasso di rendimento pari al 3%, si tratta di 300'000 CHF/anno);
 - in sede di autorizzazione per l'installazione di una sonda geotermica per edifici mono o bi-famigliari, il Cantone può imporre di effettuare una **analisi stratigrafica del sottosuolo**³. Nei casi in cui ciò si renda necessario, il Cantone mette a disposizione una cifra forfetaria di 2'000 CHF a copertura dei costi aggiuntivi per l'indagine geologica, e esenta dal pagamento della tassa per le pratiche amministrative di autorizzazione per l'installazione della sonda geotermica.
 - per i nuovi edifici di **SRE superiore a 2'000 m²** (condomini, stabili amministrativi o commerciali) **che utilizzano pompe di calore con un campo di sonde geotermiche per il riscaldamento invernale**, il Cantone impone l'obbligo di effettuare **response-test sulla conducibilità termica del terreno e simulazioni di progettazione**. Inoltre, impone la valutazione delle possibilità di dotare **l'edificio di un sistema di geocooling per il raffrescamento estivo**.
 - Il Cantone concorda inoltre con le aziende di distribuzione dell'elettricità la definizione di tariffe incentivanti per chi installa pompe di calore a sonde geotermiche.

Geotermia ad alta temperatura:

2. A livello federale è attivo il provvedimento di remunerazione a copertura dei costi (RIC) per l'immissione in rete di elettricità prodotta mediante impianti geotermici.

3 In alcuni Cantoni è obbligatorio produrre documentazione sulla stratigrafia del sotto-suolo, un dato utile per ricostruire le caratteristiche del sotto-suolo, gravando ulteriormente sul costo d'installazione degli impianti. Si ritiene preferibile piuttosto che il Cantone individui di volta in volta gli ambiti territoriali sui quali tale informazione può essere utile, ad esempio evitando di imporre indagini a breve distanza, e contribuisca al pagamento di tali indagini.

3. Il Cantone promuove studi geologici volti ad individuare le aree idonee alla realizzazione di impianti di cogenerazione deep heat mining. Tra le aree così identificate effettua una selezione al fine di individuare quelle che offrono le più interessanti possibilità di sfruttamento dell'energia termica prodotta, attraverso opportune reti di teleriscaldamento che utilizzino il calore anche nel periodo estivo.
A titolo di riferimento, l'impianto potrebbe essere dimensionato in termini analoghi a quello proposto per Basilea (progetto pilota attualmente sospeso), che avrebbe dovuto produrre circa 20'000 MWh/anno di elettricità e 80'000 MWh/anno di calore, sfruttando una perforazione di 5 km di profondità, per raggiungere la roccia di temperatura fino a 200 °C.
4. Al fine di sfruttare la particolare forma di calore geotermico contenuta nelle acque di galleria, il Cantone sostiene la realizzazione **dell'impianto di valorizzazione dell'acqua di galleria presso la galleria AlpTransit a Bodio**, anche attraverso contributi finanziari specifici.
5. Infine, per facilitare l'elaborazione di dati statistici sulla diffusione della geotermia a fini di riscaldamento, il Cantone crea una banca-dati integrativa del **Registro federale Edifici e Abitazioni** (REA) inserendo una voce specifica relativa alle forme di riscaldamento degli edifici.

Varianti d'azione

**Obiettivi: 226 GWh consumo elettricità pompe di calore
466 GWh sfruttamento del calore ambiente
80 GWh termici/anno e 20 GWh elettrici/anno prodotti mediante geotermia di profondità**

	Variante 0 (BAU)	Variante A	Variante B
0. Contributi indiretti attraverso i programmi di risanamento degli edifici	X	X	X
1. Prestiti a tasso zero		X (10 Mio CHF)	X (10 Mio CHF)
2. RIC federale per produzione di elettricità	X	X	X
3. Progetto pilota per geotermia di profondità			X
4. Acqua di galleria Bodio	X	X	X
5. Dati su riscaldamento edifici		X	X
Raggiungimento dell'obiettivo	60 anni	40 anni	40 anni
Stima GWh consumati al 2035	215 GWh termici 101 GWh elettrici	305 GWh termici 146 GWh elettrici	305 GWh termici 146 GWh elettrici
Stima GWh consumati al 2050	322 GWh termici 155 GWh elettrici	466 GWh termici 226 GWh elettrici	546 (466+80) GWh termici 226 GWh elettrici
Stima GWh el prodotti al 2035	–	–	–
Stima GWh el prodotti al 2050	–	–	20

Effetti attesi

**Obiettivi: 226 GWh consumo elettricità pompe di calore
466 GWh sfruttamento del calore ambiente
80 GWh termici/anno e 20 GWh elettrici/anno prodotti mediante geotermia di profondità**

	Variante 0 (BAU)	Variante A	Variante B
	+	++	++
Consumo di energia	7.8 GWh di riduzione netta all'anno, considerando i consumi di elettricità con cui alimentare le pompe di calore.	11.6 GWh di riduzione all'anno, considerando i consumi di elettricità con cui alimentare le pompe di calore.	11.6 GWh di riduzione all'anno, considerando i consumi di elettricità con cui alimentare le pompe di calore.
	+	++	+++
Utilizzo di energie rinnovabili rispetto al fabbisogno	incremento di 7.8 GWh di rinnovabili all'anno.	incremento di 11.6 GWh di rinnovabili all'anno.	incremento di 11.6 GWh di rinnovabili all'anno; a regime, ulteriore incremento di 20 GWh elettrici e 80 GWh termici prodotti dall'impianto di geotermia di profondità.
	+	++	+++
Emissioni di CO ₂	2'068 ton CO ₂ evitate /anno, ipotizzando sostituzione dei consumi integralmente di olio combustibile.	3'075 ton CO ₂ evitate /anno, ipotizzando sostituzione integralmente di olio combustibile.	3'075 ton CO ₂ evitate /anno, ipotizzando sostituzione integralmente di olio combustibile legate a geotermia di profondità; a regime, ulteriore diminuzione emissioni, legata all'impianto di geotermia di profondità: 21'209 ton CO ₂ /anno derivanti dalla sostituzione di impianti termici a olio (teleriscaldamento) e 2'840 ton CO ₂ /anno da sostituzione energia elettrica.
	-	--	--
Costo (per il Cantone)		(10 Mio CHF)	(10 Mio CHF)
	---	--	---
Costo (per l'economia privata)			
	+	++	+++
Reddito generato sul territorio cantonale			
	+	++	+++
Creazione di occupazione			
	+	++	+++
Emissioni atmosferiche			
			-
Effetti sul paesaggio	Nessun effetto significativo.		Intrusione visiva dovuta all'impianto di cogenerazione.
	--		--
Effetti su ecosistemi e consumo di suolo	Eventuali interferenze di natura idrogeologica con la falda acquifera dovute al cumulo di sonde geotermiche.		Eventuali interferenze di natura idrogeologica con la falda acquifera dovute al cumulo di sonde geotermiche + rischio sismico all'impianto di cogenerazione.

Indicatori di monitoraggio

- Numero di edifici risanati che sfruttano il calore ambiente (aria, acqua, geotermia di superficie) [num]
- Numero di nuovi edifici che sfruttano il calore ambiente (aria, acqua, geotermia di superficie) [num]
- Numero di sonde geotermiche installate [num]
- Potenza complessiva pompe di calore a sonda geotermica installate [MW]
- Lunghezza sonde geotermiche installate [m]
- Numero di edifici riscaldati a pompa di calore alimentata a sonda geotermica [num]
- Numero di edifici di grandi dimensioni (SRE > 2'000 m²) che utilizzano sonde geotermiche per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo [num]

Fonti dei dati

Ufficio protezione e depurazione delle acque – SPAAS
REA – Registro edifici e abitazioni

Copertura territoriale dei dati	Aggregazione spaziale dei dati
Cantone	Puntuale
Copertura temporale	Frequenza di rilevamento
-	Annuale

Responsabilità

La realizzazione dell'impianto di cogenerazione spetta all'AET, in compartecipazione con società private.

Collegamenti ad altre schede

- P.5 Cogenerazione
- C.1 Climatizzazione edifici abitativi (riscaldamento e raffreddamento)