

# GEOTERMIA

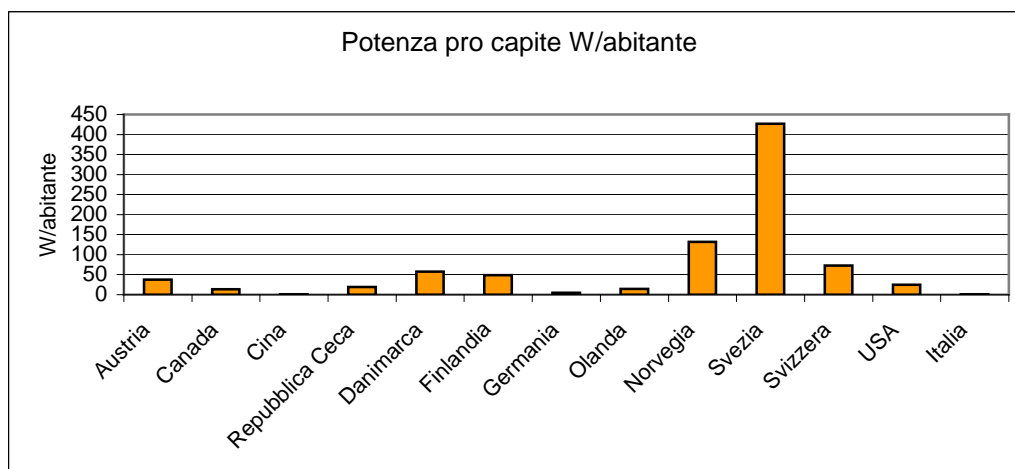
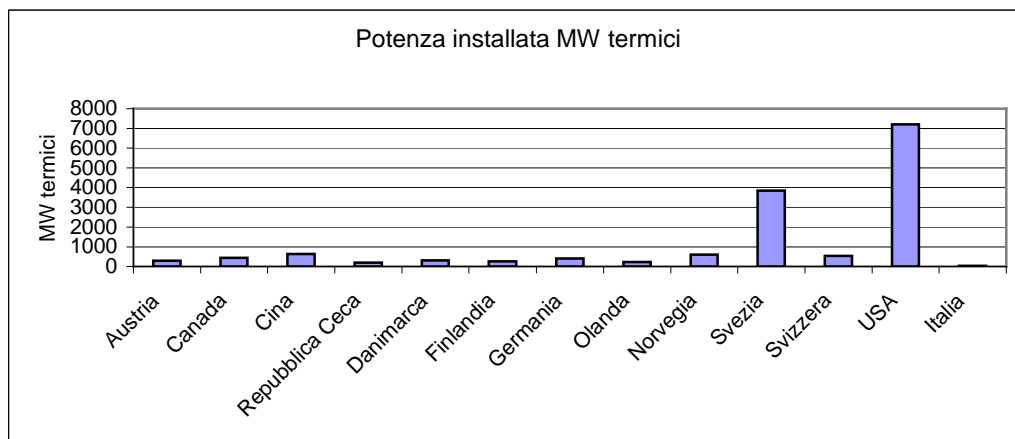
## UNA CONCRETA ALTERNATIVA AL METANO

A cura di Savino Basta



## Geotermia

Assai diffusi in altri paesi, ed introdotti in Italia alcuni anni fa, gli impianti geotermici si vanno diffondendo sempre di più anche nel nostro Paese. La mancanza di installatori qualificati, dotati di conoscenze sufficienti per la corretta installazione di questo tipo di impianti, di fatto limita un mercato dalla potenzialità crescenti.



(Fonte: Geotermia e pompe di calore, Basta – Minchio. 2007)



La crescita incontrollata del prezzo del petrolio, rende l'impianto geotermico un investimento sempre più appetibile. I tempi di ammortamento dell'extra costo di questi impianti possono in alcuni casi addirittura annullarsi.

Il buon funzionamento di un impianto geotermico deriva da una progettazione delle sonde che tenga conto sia di parametri geo-litologici che di quale tipo di macchine si andranno ad installare, che del profilo energetico dell'edificio. La funzionalità dell'impianto passa in secondo piano rispetto alla tutela ambientale, fattore critico in installazioni che possono intercettare una o più falde acquifere. La scelta di tipologie di metodologie di perforazione adeguate e di materiali idonei costituisce una ragione in più per affidarsi ad interlocutori di provata serietà ed affidabilità.

### *Cosa è*

Un impianto geotermico, è un impianto in grado di produrre acqua o aria calda per il riscaldamento invernale e per usi sanitari ed acqua o aria refrigerata per il raffrescamento estivo.

L'impianto geotermico è l'equivalente rinnovabile della caldaia e dei gruppi frigo. L'impianto geotermico è composto da una o più sonde geotermiche, una pompa di calore, un serbatoio di accumulo per acqua calda sanitaria ed un serbatoio di accumulo inerziale per l'impianto.

Le sonde geotermiche sono costituite da tubi in polietilene all'interno dei quali circola acqua glicolata. Le sonde sono il modo in cui l'impianto scambia con il sottosuolo.

La pompa di calore è una macchina elettrica che "pompa" il calore dal sottosuolo all'edificio, durante la stagione invernale, mentre esegue l'operazione inversa durante la stagione estiva.

L'accumulo sanitario è un serbatoio opportunamente coibentato, nel quale si accumula acqua calda, che verrà poi utilizzata (non direttamente, ma attraverso uno scambiatore) per la produzione di acqua calda sanitaria. L'utilizzo di un accumulo sanitario è necessario in quanto la pompa di calore, a meno che non sia sovradimensionata, produce acqua calda ad elevata temperatura, ad una velocità non sufficiente rispetto alle esigenze domestiche.

L'accumulo inerziale è un serbatoio coibentato che viene utilizzato per aumentare l'inerzia dell'impianto e per ridurre gli on/off della pompa di calore, e quindi aumentare la vita media della stessa.

### *Come funziona*

Nella quasi totalità dei sottosuoli la temperatura dei primi 100 metri è con buona approssimazione costante e, in Italia, va dai 12°C ai 15°C. Fanno eccezione quei luoghi a vocazione geotermica classica, dove la temperatura del sottosuolo è più elevata.

Un impianto geotermico estrae calore dal sottosuolo durante la stagione invernale e con meccanismo analogo ne cede durante la stagione estiva. L'estrazione e la cessione del calore avviene mediante una o più sonde geotermiche accoppiate a una pompa di calore. Le sonde geotermiche sono tubi in polietilene (lo stesso usato per le reti acquedottistiche) che vengono calati in fori nel sottosuolo di diametro pari a 110 – 115 mm e profondi circa 100 metri.

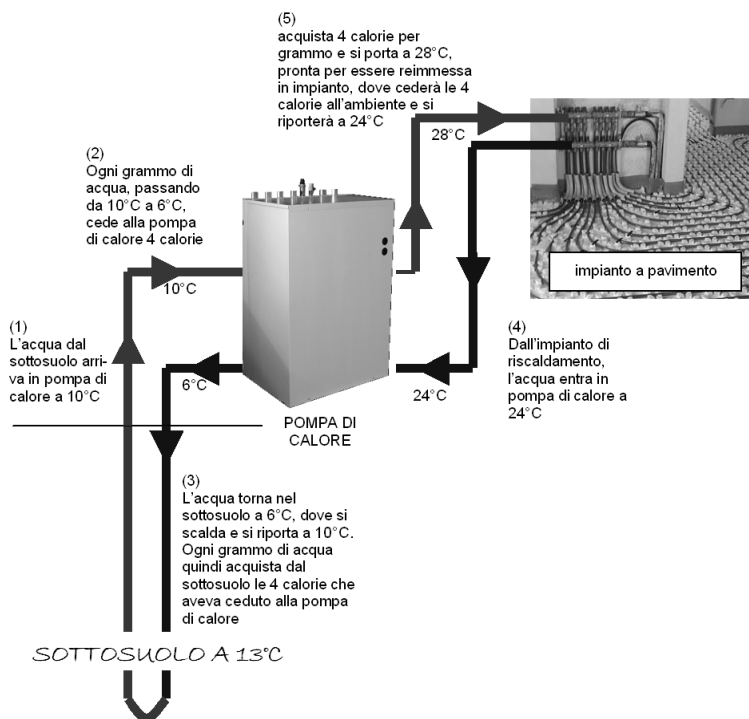


Viene di seguito illustrato il meccanismo di estrazione del calore che si ha durante la stagione invernale. Durante la stagione estiva la situazione è analoga.

Per estrarre calore dal sottosuolo mediante la sonda geotermica verticale, è sufficiente immettere acqua nella sonda ad una temperatura di 4-6°C inferiore a quella del sottosuolo. Trovando un intorno di 13°C dopo aver percorso 200 mt, 100 a scendere e 100 a salire, l'acqua tornerà su ad una temperatura superiore rispetto a quella a cui è stata immessa. Ovviamente la temperatura dell'acqua che risale, non sarà di 13°C, ma di qualche grado inferiore.

È fondamentale sottolineare che, in prima approssimazione, a partire dalla profondità di 10 metri fino alla profondità di 100 metri, la temperatura del sottosuolo è costante.

**A 100 metri di profondità quindi non si trovano condizioni termiche più favorevoli di quelle che si riscontrano nel sottosuolo sovrastante.**



(Fonte: Geotermia e pompe di calore, Basta – Minchio. 2007)



Si osserva che all'inizio della stagione invernale una volta che il sistema è a regime, la temperatura con cui l'acqua sale dal sottosuolo è pari a circa 10°C, mentre la temperatura in ingresso nel sottosuolo è pari a 6°C.

Alla fine della stagione invernale, la differenza di temperatura fra mandata e ritorno dell'acqua nella sonda, di solito si mantiene costante, mentre la temperatura media si abbassa anche di 7-8°C. In queste condizioni, si avrà quindi una mandata al sottosuolo a 0°C ed un ritorno in pompa di calore a 4°C.

E' possibile dimensionare le sonde in modo che la temperatura non scenda al di sotto dei 4°C, in questo caso, come fluido vettore all'interno della sonda geotermica si adoperava acqua.

Pratica comune è quella di dimensionare le sonde in modo che le stesse lavorino a temperature più basse ed in questo caso nella sonda si fa circolare una soluzione di acqua, etanolo o glicole, in miscele dal 10 al 30%.

La differenza di temperatura fra mandata e ritorno ( $\Delta T$ ) pari a 4°C, implica che ogni kg di acqua transitato nel circuito, ha ceduto alla pompa di calore 4 kcal, che poi verranno trasferite dalla pompa di calore, al circuito dell'impianto di riscaldamento che lavora a temperatura più elevata.

Le temperature di mandata e di ritorno nella sonda sono funzione di numerosi parametri.

Alcuni parametri determinabili in fase di progetto:

- lunghezza sonde;
- temperatura del sottosuolo;
- portata dei circolatori in pompa di calore;
- presenza o meno di falde;

altri parametri non sempre facilmente prevedibili in quanto funzione di come verrà utilizzato l'impianto, delle ore di funzionamento, delle ore di lavoro della pompa di calore, delle energie in gioco durante la stagione invernale, delle richieste di acqua calda sanitaria.

In fase di dimensionamento delle sonde, si stimano dati medi, anche se poi ogni situazione va studiata nel dettaglio considerando le sue peculiarità.

### ***Vantaggi e limiti dei sistemi geotermici***

L'installazione di impianti geotermici risulta particolarmente vantaggiosa per i seguenti motivi:

- **Impianto**

A livello impiantistico, **un'unica macchina** silenziosa e dalle dimensioni contenute, consente sia di riscaldare che di raffrescare. La pompa di calore geotermica sostituisce quindi in tutto e per tutto caldaia per il riscaldamento ed i gruppi frigo per il raffrescamento; può essere alloggiata in qualsiasi locale, perché non necessita di ambienti dedicati e non necessita di canna fumaria. Tutto ciò consente un notevole recupero di spazi all'interno dell'edificio ed una riduzione degli oneri relativi alle opere murarie accessorie.



- **Sicurezza**

Dal punto di vista della sicurezza, l'impianto geotermico rappresenta quanto di meglio possa offrire la tecnologia, in quanto non è più necessario l'utilizzo di alcun combustibile, e questo azzerava i pericoli derivanti da:

- perdite di gas con conseguente pericolo di saturazione;
- perdita di monossido di carbonio da scarichi della caldaia;
- pericolosi stoccaggi ad elevato rischio di incendio, che in caso di rottura possono sversare il proprio contenuto al suolo, con conseguenti contaminazioni ed inquinamento dei suoli e delle falde.

- **Ambiente**

Gli impianti di climatizzazione geotermici rappresentano una delle tecnologie meno inquinanti, e più rispettose dell'ambiente.

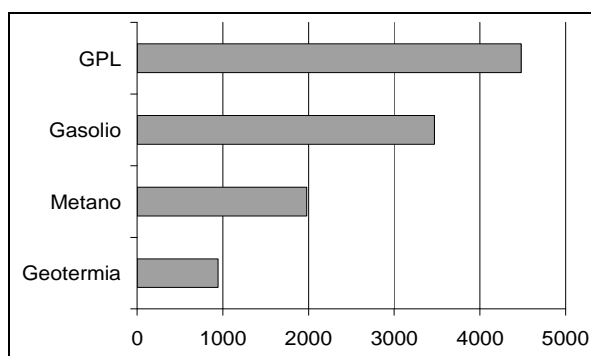
In questo tipo di impianti si ha la totale assenza di emissioni di CO<sub>2</sub> o di altre sostanze nocive (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, polveri sottili, particolato, PM10, PM2,5, residui che si depositano nell'ambiente dove si vive o si lavora o anche policiclici aromatici cancerogeni, e diossine in caso di perdita di efficienza del bruciatore).

Secondo il rapporto EPA, gli impianti geotermici, sono il sistema che *“ha il più basso valore delle emissioni di CO2 fra tutte le tecnologie disponibili per la climatizzazione e il più basso impatto ambientale complessivo”*.

Durante l'estate poi, questi impianti non contribuiscono in alcun modo all'inquinamento termico dell'atmosfera, in quanto smaltiscono il calore nel sottosuolo, generando accumulo termico per la stagione invernale successiva.

- **Costi di gestione:**

I consumi di corrente elettrica sono bassissimi. I risparmi sui costi di gestione sono consistenti e le manutenzioni sugli impianti molto limitate. Inoltre utilizzando la tecnica del “raffrescamento passivo” è possibile raffrescare gli ambienti a costo zero. Il grafico mostra i costi energetici di una tipica villa unifamiliare in pianura padana.



- **Manutenzioni**

Le manutenzioni ad un impianto di climatizzazione geotermica sono pressoché nulle rispetto alle costose manutenzioni necessarie alla caldaia (pulizia del camino, controllo del bruciatore, etc.) o ai gruppi frigoriferi.

- **Durata degli impianti**

La durata degli impianti supera di gran lunga quella dell'edificio che li ospita. Le prime sonde geotermiche in polietilene HD sono state installate in Germania 50 anni fa. E' presumibile ipotizzare che le sonde installate oggi durino almeno 50 anni. La vita media delle migliori pompe di calore geotermiche, ammonta a circa 40.000 ore di funzionamento. Considerato che una pompa di calore lavora dalle 2.000 alle 2.500 ore/anno, la durata di un macchinario di questo tipo è pari a circa 20 anni.

- **Equipaggiamento e gestione di facile utilizzo**

Si tratta di una semplice pompa di calore, e le modalità di controllo, in particolare se si adotta un'installazione decentralizzata zona termica per zona termica, sono a portata dell'utente privato, che deve gestire un semplice selettore.



- **Architettura**

Non è più necessario installare anti-estetici gruppi frigoriferi al di fuori degli edifici, lasciando spazio disponibile per altro impiego, eliminando i problemi di corrosione e rendendo più semplice la manutenzione vista la maggiore accessibilità dell'impianto. Non richiedendo gas, non è più necessario ricavare nicchie per l'alloggiamento di ingombranti e costosi contatori. L'integrità di ogni stile architettonico può essere completamente mantenuta a causa della totale assenza di dispositivi visibili esterni. Questo vantaggio risulta particolarmente evidente in ristrutturazioni di pregio di edifici storici sottoposti a vincoli urbanistici.

- **Isole termiche**

Nelle grandi città, l'utilizzo di condizionatori ad aria, crea all'interno dell'area urbana, il cosiddetto fenomeno delle isole termiche. I condizionatori immettono aria calda in atmosfera. A causa della ventilazione non



sufficiente in quanto ostacolata dai palazzi, in particolari condizioni si creano situazioni in cui la temperatura dei centri urbani arriva ad essere di parecchi gradi superiore a quella del territorio circostante. Questo fenomeno dovuto anche al traffico veicolare, potrebbe essere notevolmente contenuto se lo scambio avvenisse con il sottosuolo.

- **Minore utilizzo di refrigeranti**

Le pompe di calore acqua-aria e acqua-acqua contengono al loro interno un sistema di refrigerazione, il che riduce il rischio di perdite di HCFC e mal funzionamenti dovuti a errata carica o connessione. Richiedono inoltre una quantità inferiore dal 20% al 70% di refrigerante rispetto a un'apparecchiatura tradizionale.

- **Efficienza elevata**

In caso di grosse installazioni, se il sistema è correttamente dimensionato (cosa sempre importante, **ma fondamentale per questo tipo di impianti**), la temperatura del fluido termovettore negli scambiatori a terreno assicura un rendimento superiore a quello dei sistemi convenzionali ad aria o a combustibili fossili, sia per la costanza nel tempo, che per il livello termico più prossimo a quello medio di riscaldamento (*teorema di Carnot*); la stabilità di temperatura garantisce inoltre una elevata efficienza del sistema.

- **Acqua calda sanitaria pressochè gratuita**

I centri commerciali, che utilizzano frigoriferi per la conservazione delle derrate alimentari dispongono di un'abbondanza di calore da cedere che viene assorbito dall'impianto nel funzionamento in condizionamento; con un sistema a pompa di calore questo calore può essere facilmente utilizzato per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria, attraverso heat recovery coils su alcune unità o con pompe di calore acqua-acqua dedicate, riuscendo anche a ridurre il numero delle sonde geotermiche (infatti in questo caso la maggior parte del calore è rimossa prima di essere re-immessa nel terreno attraverso gli scambiatori);

- **Maggiore efficienza in parzializzazione**

Se questi impianti lavorano a carico parziale, incrementano l'efficienza rispetto a quando operano a pieno carico: quando gli scambiatori sono parzialmente caricati infatti, la temperatura del fluido termovettore è più prossima a quella del terreno, di conseguenza più bassa in raffrescamento e più elevata in riscaldamento, e di conseguenza l'efficienza del sistema è incrementata.

### ***Limiti***

La geotermia ha fondamentalmente due limiti:

1. Può essere utilizzata ovunque tranne in quei sottosuoli che hanno una vocazione geotermica classica, quindi si trovano a temperatura superiore ai 35-40°C, oppure nei sottosuoli che presentano cavità naturali, come ad esempio i sottosuoli carsici;



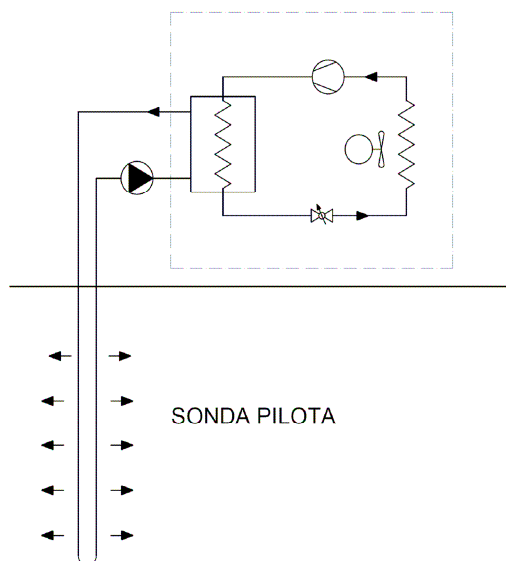
2. Può interfacciarsi con impianti di riscaldamento a bassa temperatura, per cui non funziona bene con impianti in cui l'acqua ai terminali supera i 55-60°C. Nella maggioranza dei casi, gli impianti a radiatori lavorano con temperatura di questo ordine di grandezza. Ciò di fatto limita la possibilità di utilizzare la geotermia in interventi di ristrutturazione.

### *Misurazione delle proprietà termiche del sottosuolo - Il Ground Response Test*

Per il dimensionamento di sonde geotermiche la conoscenza delle caratteristiche termiche del sottosuolo è di primaria importanza. Per i piccoli impianti (potenza termica di picco inferiore ai 20 kW) questi parametri vengono generalmente stimati dalla stratigrafia presunta. Per gli impianti di potenzialità termica maggiore invece queste proprietà vanno misurate in loco.

Quando si va infatti a sollecitare il terreno con importanti prelievi ed immissioni di energia durante l'anno è senza dubbio necessario valutare attraverso opportune procedure di dimensionamento l'andamento delle temperature dello scambiatore geotermico allo scopo di assicurare che le temperature minime e massime di ingresso e uscita dalla pompa di calore e dall'impianto rimangano coerenti con i valori di progetto.

La lunghezza delle sonde infatti è determinata a partire proprio dai valori di temperatura minima e massima desiderati in ingresso alla pompa di calore (o allo scambiatore dell'impianto se si realizza raffreddamento passivo o free-cooling).



(Fonte: Geotermia e pompe di calore, Basta – Minchio. 2007)



Il “Ground Response Test” [GRT] o “Thermal Response Test” è lo strumento che permette di rilevare le proprietà termofisiche di scambio del sottosuolo, e di conseguenza di procedere al corretto dimensionamento del campo geotermico evitando sovradimensionamenti che incrementerebbero inutilmente il costo finale dell’opera, o peggio ancora sottodimensionamenti che andrebbero ad inficiare inequivocabilmente la funzionalità dell’installazione.

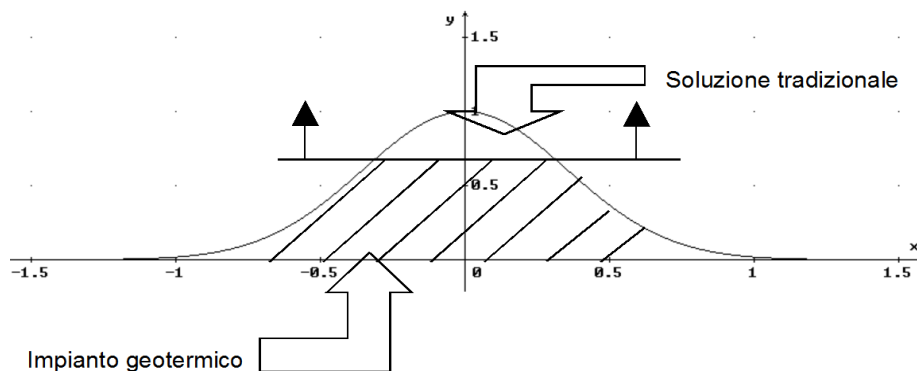
Il parametro termico che descrive le proprietà di scambio del fluido termovettore, delle sonde e del materiale di riempimento prende il nome di “resistenza termica equivalente del pozzo” ed è proporzionale alla potenza scambiata e alla differenza di temperatura fra il fluido in sonda e il sottosuolo circostante.

Il Ground Response Test [GRT] viene effettuato su una sonda pilota. La sonda pilota entrerà a far parte successivamente del campo sonde.

Durante il GRT una quantità definita di flusso termico viene immessa nella sonda. Si provvede quindi alla misura delle variazioni di temperatura del fluido termovettore che ritornano dal sottosuolo, determinando di conseguenza lo scambio termico in quelle condizioni.

#### *Simulazione edificio/campo geotermico in TRNSYS / EED*

Il “Ground Response Test” si utilizza per il corretto dimensionamento di impianti geotermici di potenza termica nominale superiore ai 30 KWt. Accanto a questo strumento per un corretto dimensionamento dello scambiatore è opportuno avere una conoscenza abbastanza affidabile dell’andamento del fabbisogno dei carichi termici / frigoriferi dell’edificio. La valutazione delle energie effettivamente immesse/prelevate a terreno consente di elaborare soluzioni ibride fra impianti geotermici ed impianti tradizionali che riducono in maniera sensibile i costi di installazione degli impianti, massimizzando il rapporto investimento/costi di gestione.



(Fonte: Geotermia e pompe di calore, Basta – Minchio. 2007)



La simulazione termo-dinamica edificio/campo geotermico permette di dimensionare impianti geotermici di potenzialità fino al 70% inferiore rispetto a quella nominale di progetto in grado di coprire una percentuale del carico complessivo corrispondente al 80-90% del fabbisogno energetico annuo.

Se si installa un impianto geotermico in grado di coprire il 100% del carico termico con temperatura esterna di progetto, in condizioni di temperatura più elevata si avrà una potenza termica a disposizione nettamente esuberante rispetto alle necessità. Le condizioni di picco infatti sono sostanzialmente presenti per un numero di ore all'anno molto limitato, ed è quindi economicamente molto vantaggioso, per impianti di potenza superiore ai 100 kWt adottare questo tipo di strategia progettuale. L'installazione di impianti geotermici di potenza inferiore rispetto al carico totale, consente di ridurre in maniera considerevole i costi di installazione delle sonde geotermiche la cui lunghezza complessiva è determinata a partire dalla potenza complessiva richiesta all'evaporatore/condensatore dalla pompa di calore.

Con l'integrazione degli impianti geotermici con sistemi tradizionali, il rendimento medio stagionale risulta lievemente penalizzato a fronte di una sensibile diminuzione dei tempi di pay-back dell'investimento.

Analoghe considerazioni si possono altresì fare per la stagione estiva. Per dimensionare correttamente il campo geotermico da installare è necessario conoscere con buona approssimazione la curva di carico termico, di raffrescamento e di ventilazione relativa all'installazione considerata.

Poiché queste informazioni non sono derivabili dalla comune progettazione per installazioni di un certo rilievo è consigliabile realizzare la simulazione dinamica dell'edificio, che in questo caso si rivelerebbe utile sia per il dimensionamento delle sonde sia per la scelta della potenza termica/frigorifera da installare

