

Pompa di calore/**POZZO GEOTERMICO** un sistema complesso che coinvolge ambiti progettuali diversi: **TIPOLOGIA** modalità di scavo **QUALITÀ DELL'ACQUA** procedure di **REMISSIONE**

Da conoscere

ELENA LUCCHI

La climatizzazione degli edifici mediante l'energia geotermica costituisce una tecnologia particolarmente efficiente dal punto di vista energetico e ambientale, adatta per le ristrutturazioni e per le nuove costruzioni. Il sistema preleva calore a bassa temperatura dal terreno o dall'acqua di falda, ottenendo un livello termico costante durante la stagione invernale e un rendimento poco influenzato dalle variazioni climatiche esterne. La tecnologia è molto competitiva con gli altri sistemi di climatizzazione in quanto sfrutta una fonte rinnovabile, non produce emissioni di anidride carbonica e massimizza il rendimento energetico, garantendo una buona efficienza energetica ed economica del progetto di architettura. L'energia geotermica è prodotta dal calore immagazzinato nella crosta terrestre che, per giungere alla superficie, si propaga attraverso le rocce, l'acqua e il gas. Questa energia proviene dalla formazione originaria del Pianeta, dal decadimento radioattivo dei minerali e dall'energia solare assorbita in superficie. Nell'utilizzo della geotermia si può sfruttare il calore prodotto dal sottosuolo oppure l'acqua proveniente da aree con un terreno caldo, come zone vulcaniche o termali. La temperatura del terreno aumenta in media di 3 °C ogni 100 metri, ad eccezione delle zone in cui sono presenti anomalie termiche legate alla presenza di falde o di vulcani, che nel territorio italiano sono abbastanza diffuse. In inverno la temperatura del terreno è relativamente più calda di quella dell'aria mentre, al contrario, in estate è più fredda. Inoltre, a partire da pochi metri profondità, la sua temperatura si mantiene costante durante tutto l'anno. Infatti, è stato dimostrato che le oscillazioni termiche stagionali possono essere trascurate già a partire da 20 metri di profondità, dove la temperatura si stabilizza intorno al valore medio della temperatura superficiale. Pertanto, è possibile estrarre calore dal terreno in inverno per riscaldare con un'efficienza molto elevata e cedere calore al terreno in estate per raffreddare. Per stabilire le aree in cui è più conveniente realizzare un impianto geotermico è possibile riferirsi alle mappature della predisposizione geotermica ("Geothermal ranking") del Pianeta. Esistono anche mappe più specifiche del territorio italiano che, in linea di massima, è caratterizzato dalla presenza di rocce permeabili ricoperte da coltri impermeabili, che creano le condizioni favorevoli per la formazione di risorse geotermiche. In particolare, le aree della fascia preappenninica della Toscana, del Lazio e della Campania e di alcune isole vulcaniche del Tirreno e di una parte di Sardegna hanno una temperatura superiore a 150 °C entro 3 km di profondità. La Lombardia, l'Emilia Romagna, alcune zone dell'Abruzzo, del Molise e della Basilicata e le isole maggiori hanno una temperatura compresa tra 50-150 °C alla medesima profondità. In linea generale, quindi in Italia la predisposizione alla geotermia è piuttosto buona.

MODULO PAROLE CHIAVE

POZZO GEOTERMICO · POMPA DI CALORE · ENERGIA GEOTERMICA · GEOTHERMAL RANKING · ACQUA DI FALDA · **SONDA GEOTERMICA** · TECNOLOGIA *FREECOOLING* · POZZI VERTICALI · FONDAZIONI FREDDI · COLLETTORI ORIZZONTALI



Il sistema funziona per **CONDUZIONE**: il **CALORE** del suolo si trasferisce alla **SONDA** che lo cede alla **POMPA** che lo trasferisce ai **PANNELLI RADIANTI** o ai radiatori o ai fan coil

L'impianto a energia geotermica è costituito da tre componenti principali: una geostruttura energetica che scambia calore con il terreno, una o più pompe di calore dedicate al riscaldamento e al raffrescamento e un sistema di emissione termica inserito all'interno dell'edificio. Il principio di funzionamento dell'impianto geotermico è semplice: il calore del suolo viene scambiato per conduzione attraverso un corpo freddo collocato al suo interno (la sonda geotermica). L'energia termica è ceduta alla pompa di calore, che trasferisce il vapore ad alta temperatura al sistema di emissione posto all'interno del locale (pannelli radianti, radiatori, fan-coil, ...). Il processo può essere invertito in estate, facendo circolare nei tubi l'acqua ad alta temperatura che cede calore alla sorgente esterna.

Quando la richiesta di raffrescamento non è elevata si può utilizzare la differenza termica del terreno per ottenere la temperatura richiesta (tecnologia freecooling). L'energia calorica può essere trasferita a un sistema di riscaldamento tradizionale ed essere quindi utilizzata per produrre acqua calda. La pompa di calore è una macchina in grado di trasferire calore da un ambiente a temperatura più bassa ad un altro a temperatura più alta. La macchina, mediante l'ausilio di una valvola, è in grado di scambiare tra loro le funzioni dell'evaporatore e del condensatore, fornendo così calore in inverno e freddo in estate. L'applicazione di questo sistema alla climatizzazione ambientale (riscaldamento e raffrescamento) è la più conveniente poiché comporta un minor tempo di ammortamento del costo d'impianto rispetto a un utilizzo per il solo riscaldamento. La pompa di calore geotermica, in particolare, scambia calore con terreno per il riscaldamento o il raffrescamento degli ambienti interni. È composta da un compressore, un condensatore, un evaporatore e un riduttore di pressione. Nella funzionalità di riscaldamento, all'interno del circuito passa il liquido refrigerante a bassa temperatura che assorbe calore da una sorgente esterna, evaporando. Viene poi inviato al condensatore, che provoca un aumento della temperatura e della pressione. Il vapore ad alta temperatura viene trasferito al sistema di emissione posto all'interno del locale, dove cede calore e abbassa nuovamente la temperatura. Il refrigerante refluisce nell'impianto attraverso una valvola che ne abbassa la pressione. Da qui riparte il ciclo di riscaldamento.

Nella funzionalità di raffrescamento, all'interno del circuito passa il liquido refrigerante ad alta temperatura, che cede calore alla sorgente esterna, refrigerando. Il fluido attraversa la valvola di espansione, che ne abbassa la pressione. Passa poi nell'evaporatore, dove assorbe il calore dell'aria, riscaldandosi. Infine, refluisce nel compressore che ne abbassa la temperatura e la pressione e lo re-immette nel ciclo di raffrescamento. La pompa di calore è collegata ai terminali scaldanti attraverso le pompe di circolazione. Nel sistema geotermico sono presenti tre sistemi sul lato utenze, sonde e macchina. L'energia elettrica consumata dalle pompe di circolazione ha un'incidenza piuttosto limitata sui consumi complessivi dell'impianto. La regolazione dell'impianto avviene attraverso una centralina elettrica che controlla l'apertura dei circuiti sulla base dei valori termometrici fissati per i diversi ambienti interni.

La regolazione può essere di tipo manuale o automatico.

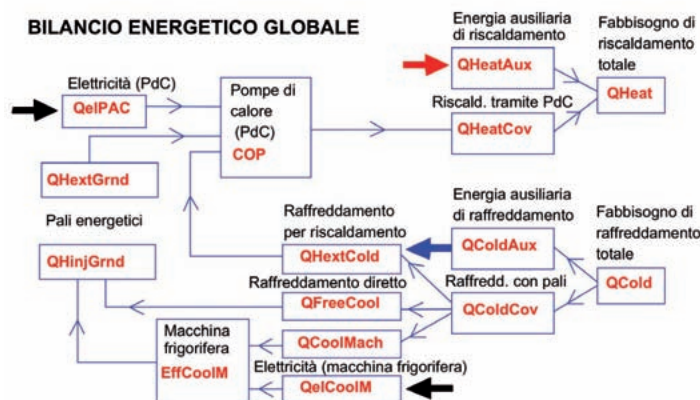
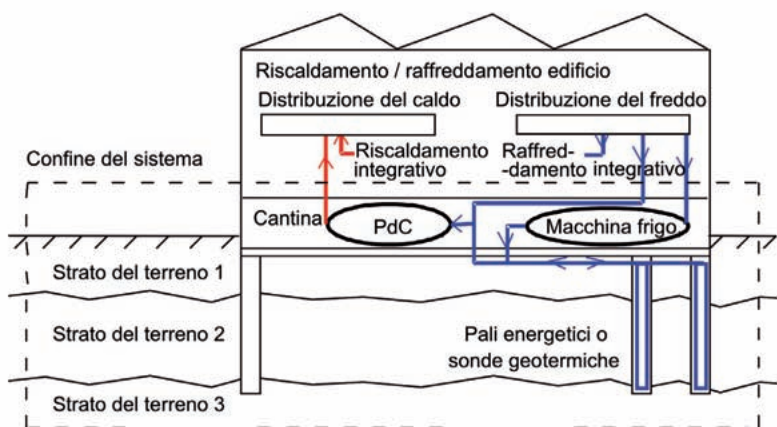
Per massimizzare l'efficienza energetica del sistema geotermico è opportuno prevedere l'inserimento di terminali di emissione a bassa temperatura, come ad esempio i pannelli radianti. Gli impianti di riscaldamento e di raffrescamento radiante sono fra i più adatti per coniugare il comfort ambientale con il risparmio energetico. Mantenendo le temperature medie radianti dell'ambiente ai valori ottimali, è possibile avere comfort termico anche con temperature dell'aria diverse dalla situazione di set-point degli impianti convenzionali (18 °C invece dei 20-22 °C invernali e 26-27 °C invece dei 24-26 °C in estate). Inoltre, poiché le superfici di scambio sono estese (soffitto, parete o pavimento), i salti termici necessari per mantenere le temperature volute sono ridotti (circa 2 °C). In inverno l'acqua calda può essere prodotta con temperature comprese tra 30-40

°C mentre in estate il livello termico dell'acqua refrigerata è superiore a quello richiesto da altri tipi di terminali (16-17 °C contro 8-10 °C). In questo modo, vi è una limitata differenza termica tra la sorgente di immissione (il terreno o l'acqua di falda) e il sistema di emissione. I pannelli radianti però non consentono di effettuare la deumidificazione dell'aria e, pertanto, è necessaria la presenza di dispositivi esterni, quali deumidificatori o sistemi di ventilazione. Le pompe di calore possono essere utilizzate anche con radiatori o ventilconvettori correttamente dimensionati. La temperatura massima di esercizio dei primi deve essere inferiore a 55 °C (normalmente è 65-80 °C), che si traduce in un incremento della superficie radiante. I ventilconvettori, grazie all'utilizzo di energia elettrica e al duplice funzionamento con impianto di riscaldamento e raffreddamento, sono indicati per essere accoppiato con la pompa di calore geotermica.

Conciliare le esigenze di climatizzazione, l'isolamento dell'involucro e il **DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO GEOTERMICO**. Con l'aiuto di **SOFTWARE** specifici

Il dimensionamento dell'impianto geotermico si basa sulle esigenze di climatizzazione dell'edificio e, pertanto, l'accorgimento principale da mantenere in fase progettuale riguarda la predisposizione di un efficiente sistema di isolamento dell'involucro edilizio.

In primo luogo, insieme all'impresa termotecnica, si stabilisce la dimensione, il numero e la disposizione delle falde. A questo scopo è necessario conoscere le caratteristiche e la conducibilità termica del suolo, l'altezza della falda freatica, l'assenza di tubazioni elettriche, idriche e del gas, lo spazio disponibile per l'installazione dell'impianto e del cantiere. Per un dimensionamento ottimale è possibile utilizzare dei software che creano un modello termico del pozzo, partendo dalla geologia e dai dati di conducibilità del terreno. I più noti sono Earth Energy Designer (EED) sviluppato dall'Università di Lund, Pilesim e Pilesim 2 realizzati dall'Università di Lugano. In linea di massima, il sovradimensionamento delle sonde non comporta rischi particolari per l'impianto, ma costi di messa in opera più elevati. Al contrario, il sottodimensionamento delle sonde può provocare l'aumento dei consumi elettrici e il depauperamento del terreno. Nel primo caso, la pompa di calore per produrre un medesimo quantitativo di acqua calda richiede una potenza elettrica maggiore ai sistemi di emissione, abbassando il suo Coefficient Of Performance (COP). Nel secondo caso, il funzionamento continuo della macchina può portare all'innalzamento termico del terreno che, a sua volta, fa diminuire lo scambio di calore con la macchina e abbassare il COP.





Quando gli **SCAMBIATORI** sono inseriti nelle **PERFORAZIONI VERTICALI** si parla di **SISTEMA CHIUSO**. Che impegna poco spazio

Il sistema è detto chiuso quando gli scambiatori di calore sono inseriti nelle perforazioni verticali del terreno, che poi vengono sigillate con prodotti specifici per preservare le falde acquifere e massimizzare lo scambio termico. I principali vincoli per la sua realizzazione riguardano:

- Buona conducibilità termica del terreno (roccia valore medio 2-4 W/mK; materiale non consolidato secco 0,4-0,5 W/mK e umido 1,7-2,0 W/mK);
- Buona conducibilità termica del sistema di scambio;
- Sufficiente distanza e opportuna geometria di disposizione delle sonde.

Gli scambiatori possono essere di tipo orizzontale e verticale. In particolare, le onde geotermiche possono essere distinte in:

- Pozzi verticali;
- Fondazioni fredde (o pali energetici);
- Collettori orizzontali.

L'impianto occupa poco spazio e può essere installato anche su piccoli terreni.

I pozzi verticali

I pozzi verticali sono costituiti da sonde annegate con miscele bentonitiche o con sabbia e sedimenti del terreno, inserite nelle perforazioni profonde del terreno. Le sonde, normalmente, hanno un diametro contenuto (20-40 mm), una forma a U, a doppia U o coassiale e sono realizzate in polietilene o in metallo. Queste ultime sono sempre meno utilizzate a causa dei fenomeni di corrosione cui sono sottoposte. Le disposizioni locali di alcune autorità competenti (Germania, Austria, Svezia, Provincia Autonoma di Bolzano) vietano la realizzazione di sonde metalliche. La lunghezza dipende dalla geologia locale e, in particolare, dalla densità, dalla stratificazione e dalla conducibilità termica dei diversi strati di terreno, dalla presenza e dall'utilizzo di acqua sotterranea. Un altro elemento da considerare è la conducibilità idraulica del terreno, che consente di

determinare la velocità di scorrimento dell'acqua sotterranea. Per verificare le caratteristiche geologiche del suolo devono essere effettuate le analisi della porosità, della granulometria e dell'umidità del terreno. In linea di massima, le sonde hanno una lunghezza variabile tra 20 e 300 metri. Al loro interno passa il fluido termovettore che, generalmente, è composto da acqua e da una miscela anti-congelante (ad esempio glicole polietilenico). In alcuni casi, al posto di un'unica perforazione profonda, si preferisce realizzare un "sistema di sonde verticali" che consente una diminuzione dell'invasività e del costo del sistema. Per evitare l'interferenza termica tra le diverse sonde è necessario mantenere una distanza minima variabile tra 4-8 metri. Il fenomeno, infatti, può comportare la perdita dell'efficienza dell'impianto, la variazione irreversibile della temperatura del terreno e il peggioramento della capacità termica del sottosuolo. Anche in questo caso, gli elementi che influiscono sulla progettazione comprendono lo spazio a disposizione, la conducibilità termica del terreno e la presenza di acqua.

Le fondazioni fredde

Le fondazioni fredde sono costituite da sonde geotermiche inserite nelle fondazioni dell'edificio al momento della sua costruzione (pali, paratie, platee, setti di sostegno, ...). La tecnica più diffusa è realizzata con i pali energetici, ovvero con sonde geotermiche accoppiate direttamente ai pali di fondazione. Il sistema deve essere dimensionato e progettato parallelamente alla struttura edilizia, in quanto il materiale, le dimensioni, la profondità e le distanze tra i pali sono fondamentali per definire il dimensionamento delle sonde geotermiche. Queste ultime sono realizzate in polietilene o in polietilene reticolato e sono inserite in senso longitudinale nell'armatura dei pali stessi. Le sonde devono essere dimensionate in modo da evitare la formazione di sollecitazioni termiche che possono far diminuire la resistenza strutturale del sistema di fondazione. In particolare, è necessario evitare il congelamento del fluido passante che può portare alla fessurazione e alla rottura del cemento armato. A questo scopo, nei pali di fondazione non utilizzati a scopi energetici sono installati dei termometri che rilevano la temperatura del sistema per regolare le oscillazioni termiche. La tecnica, grazie allo spazio ridotto, è particolarmente adatta per edifici ubicati in contesti ad alta urbanizzazione.

Collettori orizzontali

Le tubazioni sono inserite orizzontalmente nel terreno tramite uno scavo in trincea di 2-3 metri di profondità, con un passo variabile tra 60 centimetri e 1,5 metri. La profondità ridotta è legata al costo dello scavo. Essa, inoltre, non influenza la temperatura del terreno che interessa le coltivazioni naturali in quanto la maggior parte delle piante ha l'apparato radicale che si estende fino a 60 centimetri di profondità. Per ragioni manutentive, è comunque sconsigliato piantare alberi sulla verticale della serpentina. Le tubazioni sono realizzate in polietilene o in polietilene reticolato per avere una buona resistenza alla corrosione chimica. Esistono anche impianti geotermici orizzontali compatti che possono essere inseriti in giardini di 50-70 metri quadrati.



Quando L'ACQUA DI FALDA si estrae direttamente dal SOTTOSUOLO, si parla di SISTEMA APERTO. E' un sistema ENERGETICAMENTE EFFICIENTE, ma può creare squilibri ambientali

Nei sistemi aperti l'acqua di falda è prelevata direttamente da un pozzo di estrazione nel sottosuolo, immessa nella pompa di calore e re-immessa nella falda calda attraverso un altro pozzo. I principali vincoli tecnici riguardano la possibilità di reperire l'acqua a profondità medio-basse, di restituirla a distanza sufficiente e di salvaguardarne la qualità. L'acqua di pozzo può essere utilizzata per il riscaldamento e il raffrescamento dell'edificio, in relazione alle differenze termiche tra l'aria atmosferica e l'acqua. La tecnologia è adatta per i suoli permeabili, con presenza di una falda freatica o artesianica. L'acqua estratta dalla falda mantiene una temperatura costante, nonostante l'immissione di fluido più freddo. Il sistema è particolarmente efficiente dal punto di vista energetico, ma può creare degli squilibri ambientali. I pozzi di estrazione e di immissione devono avere la stessa quota per garantire una portata minima in arrivo alla pompa di calore senza creare alcun disequilibrio (pari a circa 0,25 m³/h per ogni kW di capacità dell'evaporatore della macchina). Il valore deve essere verificato a fine lavori con un test di estrazione.

Per conoscere la situazione geologica del suolo è opportuno effettuare delle misure geofisiche mentre, per poter utilizzare l'acqua di falda come fluido termovettore, è necessario verificarne la qualità. Le analisi sull'acqua devono riguardare la temperatura, il pH, la conduttività, il contenuto di ossigeno, calcio, magnesio, sodio, potassio, ferro, manganese, nitrati, fosfati, solfati, cloruri, ammonio e sostanze organiche. In particolare, è necessario verificare l'assenza di ferro o di manganese che possono far incrostare il pozzo. In presenza di depositi metallici è opportuno mantenere il sistema chiuso e sottopressione ed effettuare controlli frequenti della qualità dell'acqua.

COSTA TANTO, fino al 40% in più di un sistema caldaia a condensazione/fancoil, ma **SI RISPARMIA** il 30% sul riscaldamento e il 40% sulla climatizzazione ... **CONVIENE**

La barriera maggiore alla diffusione della geotermia è costituita dai costi elevati di installazione. Il costo totale dell'impianto è dato dalla pompa di calore, dalle sonde, dalle apparecchiature ausiliarie e dalla perforazione del pozzo. In quest'ultimo caso, la spesa dipende dai metri complessivi perforati, con un prezzo variabile tra 50-60 €/m in relazione alla difficoltà di realizzazione. Il prezzo delle sonde dipende dall'efficienza di scambio termico, dalla resistenza e dal diametro e, pertanto, è estremamente variabile (10-30 €/m). A questo va aggiunta la posa e l'installazione. Infine, il costo della macchina varia in relazione alla tipologia di pompa di calore e della potenza richiesta. Gli studi economici realizzati da Francesco Tinti (2008) dimostrano la fattibilità della geotermia associata ai pannelli radianti per piccole potenze di utilizzo (7-8 kW di potenza), paragonandola a due sistemi costituiti rispettivamente da caldaia a condensazione e fan-coil e da caldaia a condensazione e pannelli radianti. In entrambi i casi, a fronte di un costo iniziale più elevato (nella prima ipotesi quasi del 40% e nella seconda del 10%), in un orizzonte temporale di 20 anni la convenienza dell'impianto geotermico è comparabile con gli altri. I costi di esercizio sono inferiori di quasi il 40% rispetto alla prima ipotesi, con un risparmio del 30% sul riscaldamento e del 40% sul raffrescamento.

Incentivata dalla **COMUNITÀ EUROPEA**, ogni paese ha sviluppato **NORMATIVE** dedicate. In Italia la mancanza di una legislazione chiara funziona da deterrente alla diffusione. Con qualche eccezione

La Comunità Europea ha incentivato l'uso della geotermia attraverso una serie di normative realizzate dal 2002 ad oggi e riguardanti il rendimento energetico in edilizia (Direttiva 2002/91/CE), le fonti rinnovabili (Direttiva 2001/77/CE e comunicazione COM 2005/627), gli usi finali di energia (Direttiva 2006/31/CE), i prodotti energetici e l'elettricità (Direttiva 2003/96/CE), l'innovazione e la competitività (CIP 2007-2013, decisione 1639/2006/CE). Alcune nazioni europee (Germania, Austria, Olanda e Svizzera) hanno sviluppato una normativa rivolta specificatamente all'installazione delle pompe geotermiche.

La normativa tedesca (norma VDI 4640:1-4), in particolare, costituisce il primo riferimento europeo in materia. In essa sono descritte le modalità operative, gli effetti termici del suolo, gli aspetti ambientali e le diverse tipologie di scambiatori di calore con il terreno. L'unicità e la chiarezza della norma ha favorito la diffusione della tecnologia nel Paese. Al contrario, in Italia, la mancanza di ordine nella legislazione energetica costituisce una barriera per la diffusione del sistema. Una buona spinta al settore è stata data dalle leggi finanziarie che hanno previsto diverse agevolazioni fiscali per l'inserimento di impianti di climatizzazione invernale con pompe di calore ad alta efficienza e con impianti geotermici a bassa entalpia, per realizzazione di impianti di teleriscaldamento alimentati a energia geotermica, per il risparmio idrico, per il re-impiego delle acque sotterranee e per la produzione di energia elettrica da solare termodinamico.

A oggi, il problema fondamentale nella realizzazione di pompe geotermiche è legato alla regolamentazione e alla burocrazia locale. In generale, per la Legge n. 464 del 4 agosto 1984, tutte le perforazioni che superano la profondità di 30 metri devono essere comunicate al Servizio Geologico della Direzione Generale delle miniere del Ministero dello Sviluppo Economico entro 30 giorni dall'inizio dei lavori. Entro 30 giorni dal termine delle attività, invece, devono essere forniti i risultati acquisiti al Servizio Geologico Nazionale. Normalmente, i lavori non richiedono un'autorizzazione per l'utilizzo dell'acqua, a eccezione dei casi in cui prevedono degli effetti sull'acqua sotterranea. La normativa è differente per la realizzazione di sistemi chiusi (closet loop) e aperti (open loop).

Nel primo caso, gli scambiatori vengono inseriti in perforazioni, che poi sono sigillate con prodotti specifici per preservare le falde acquifere e massimizzare lo scambio termico. I sistemi rientrano nella normativa in materia di risorse idriche (Legge n. 36/94 "Disposizioni in materia di risorse idriche") e ambientali per lo scarico delle acque emunte a scopo energetico (D. Lgs. n. 152/06 "Norme in materia ambientale"). Nel secondo caso, l'acqua di falda è prelevata da un pozzo e re-iniettata in un altro dopo essere passata attraverso la pompa di calore o smaltita nel giardino con un drenaggio superficiale. In presenza di circuiti aperti è necessario seguire le procedure per i pozzi d'acqua e per gli scarichi che, però, non sono specificatamente pensati per questa tecnologia in quanto la risorsa idrica non viene intaccata ma re-immessa nel terreno a una temperatura differente.

Attualmente, nessuna norma riguarda il prelievo del calore direttamente dal terreno. Per questa ragione, alcune amministrazioni locali, quali la Provincia di Bolzano (Delibera n. 3564/05 "Direttive per la posa in opera di sonde geotermiche"), la Regione Lombardia (Regolamento n. 2/06 del 24 marzo 2006 "Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua"), la Regione Toscana (Legge Regionale n. 39/05 del 24 febbraio 2005 "Disposizioni in materia di energia") e la Provincia di Bologna hanno pubblicato dei provvedimenti specifici. La direttiva della Provincia Autonoma di Bolzano definisce con precisione le modalità, i divieti, i limiti e le prescrizioni per la posa di sonde geotermiche. La geotermica è vietata nelle aree di tutela o di riserva dell'acqua potabile, quando si possono creare conseguenze negative per le utenze idriche esistenti, entro un raggio di 30 metri da qualsiasi pozzo e di 100 metri da pozzi idropotabili privati ed entro 30 metri a valle e 200 metri a monte di sorgenti captate. I lavori devono essere segnalati con apposita notifica, evitando qualsiasi conseguenza negativa per il suolo e sottosuolo durante la perforazione. Si prevede il prelievi di campioni rappresentativi del terreno ogni 6 metri di profondità e per ogni

cambiamento di composizione geologica. Il documento è particolarmente interessante, in quanto contiene una serie di norme tecniche molto utili per la corretta realizzazione di impianti geotermici nel pieno rispetto dell'ambiente naturale in cui si insediano. In Regione Lombardia è necessario chiedere un'autorizzazione per i lavori di escavazione del pozzo, spiegando le modalità di esecuzione degli assaggi, della perforazione e delle prove da effettuare sulle falde, le cautele da adottare per prevenire l'inquinamento delle falde e le date di inizio e di fine dei lavori. L'autorizzazione può essere revocata in qualsiasi momento, qualora la zona sia interessata da fenomeni di dissesto idrogeologico, per esigenze di tutela della risorsa o per inosservanza degli obblighi stabiliti con il provvedimento di autorizzazione. Analogamente, anche in Regione Toscana è richiesta l'autorizzazione per qualunque sistema geotermico (art. 15 "L'utilizzo diretto del calore geotermico mediante pompe di calore, anche senza prelievo di fluido, è soggetto all'autorizzazione"). La Provincia di Bologna, infine, prevede una domanda per richiesta di esecuzione delle sonde geotermiche verticali.

Le informazioni sono state desunte da: Francesco Tinti, (2008), Geotermia per la climatizzazione, Dario Flaccovio Editore, Palermo <http://www.buildingphysics.com/index-filer/Page1099.htm>

*Lo scavo delle sonde termiche ha anche **problematiche di tipo idraulico e ambientale**, che incidono nei rendimenti e nei costi. Una ricerca in Emilia Romagna*

MODULO

lo chiede a

**FABIO CONATO, PROFESSORE ASSOCIATO DI
TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA DELL'UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI FERRARA**



Modulo: Quali le problematiche nei casi concreti?

F. Conato: I sistemi a pompa geotermica rappresentano un'eccezionale opportunità per fornire agli edifici energia da fonte rinnovabile, che tuttavia deve essere sfruttata con consapevolezza per contenere il costo ed evitare rischi per l'ambiente. Per tale motivo è assai importante adottare tale sistema a valle di una progettazione assai attenta dell'involucro, che limiti al massimo il fabbisogno energetico artificiale. Nell'ambito di un programma di ricerca Cofinanziato dalla Regione Emilia Romagna, il dipartimento di architettura dell'Università di Ferrara in collaborazione con ICIE sta seguendo la sperimentazione di tali sistemi da parte della Ferruccio Frascari SpA e di Coop Costruzioni in due

cantieri pilota posti nella provincia di Bologna ipotizzando nel primo l'uso di sonde profonde a ciclo chiuso e nel secondo sonde nei pali di fondazione abbinate a sonde freatiche superficiali. Nel primo caso la profondità delle sonde è tra i 90 ed i 100 metri, ed il COP ottenibile è pari a circa 4. In tale caso, con l'utilizzo di bentonite non vi sono problemi di contaminazione delle falde ed il sistema è di semplice realizzazione, soprattutto in presenza di terreni sciolti, con i quali la perforazione è più agevole. Il costo della sonda si attesta sui 40 euro per metro, tutto compreso. Nel secondo caso vi sono riscontri assai diversi tra le sonde fondali, che arrivano a 30 metri, sono di facilissima ed economica realizzazione ma presentano un COP di poco superiore a quello

delle normali pompe di calore, e quelle freatiche, che presentano un COP superiore a 5, ma comportano problemi molto complessi legati alle reimmissione delle acque nella falda. Tali problemi sono tanto di tipo idraulico quanto di carattere ambientale e possono comportare sovraccosti anche consistenti, tali da metterne a tutt'oggi in dubbio la fattibilità. Ulteriore considerazione che nasce dall'esperienza in corso è che per la sostenibilità economica e prestazionale di tali impianti è opportuno dimensionarne il contributo senza tenere in considerazione i picchi invernali ed estivi, ed abbinandoli ad altri impianti capaci di integrarne le prestazioni. Molto interessante a tal fine è l'abbinamento dei sistemi geotermici alla cogenerazione ed al fotovoltaico.