

CUANDO SE HABLA DE GEOTERMIA, la mayoría la asocia a las plantas de vapor que requieren prospecciones profundas, sin embargo, hay un campo de aplicación de esta Energía Renovable no Convencional (ERNc) que cuenta con gran potencial. Se trata del aprovechamiento de la energía almacenada en los mantos inmediatos de la superficie terrestre y que a través de bombas de calor geotérmicas, se transfiere a los sistemas de climatización o agua caliente sanitaria de las viviendas. Especialistas detallan las características de una tecnología que apunta a expandirse en el mercado energético.

DANIELA MALDONADO P.
Periodista SustentaBiT

BOMBAS DE CALOR Geotermia para viviendas

LA ENERGÍA geotérmica es aquella que puede ser obtenida mediante el aprovechamiento del calor interior de la tierra. Existen diferentes capas, las que tienen mayor temperatura a medida que se acercan al centro de ésta, el que está constituido por magma (o lava). Así, a medida que se acerca al interior de la corteza terrestre, la temperatura de la tierra sube, en promedio, a un ritmo de 3°C cada 100 metros, explican en la Asociación Chilena de Energía Geotérmica (ACHEGEO).

Dependiendo de la temperatura, el recurso geotérmico se clasifica en tres niveles de entalpía (esta magnitud expresa la cantidad de energía que un sistema puede intercambiar con su entorno):

- **Alta entalpía:** Uno de los conceptos más reconocido al hablar de geotermia. Se trata de yacimientos de altas temperaturas (generalmente de 150°C a 300°C) que contienen vapor de agua a gran presión dando lugar a manifestaciones termales superficiales como manantiales de agua caliente o géiseres. Tienen una profundidad de explotación comprendida entre los 1.500 y 3.000 m y se utilizan para producción de electricidad.

- **Media entalpía:** Son aquellos yacimientos en los que el fluido está a una tempera-



Las bombas geotérmicas pueden captar el calor de forma vertical (A), con pozos de 80 a 150 m de profundidad y de manera horizontal (B), con perforaciones de 3 m de profundidad.

GENTILEZA ENERGYLAB

EJEMPLOS DE INSTALACIONES DE BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS EN CHILE



tura comprendida entre 100°C y 150°C y generalmente se encuentran a 1000 m de profundidad o menos. El agua se aprovecha directamente mediante intercambiadores o en la producción de energía eléctrica.

■ **Baja entalpía:** La temperatura de este nivel comprende entre los 30 y 100°C el que se extrae a alrededor de los 150 m de profundidad y se utiliza en aplicaciones directas de calor. También existen aprovechamientos a muy bajas temperaturas (menos de 30°C) los que se encuentran en los primeros 15 o 20 m. El calor se capta a través de bombas de calor que lo transfieren a los sistemas de climatización de sectores residenciales, industriales, comercio y servicio.

A pesar de que se estima que la energía geotérmica -tanto de alta como de baja entalpías- abundante a lo largo de todo el territorio nacional, hasta el momento no ha sido explorada en profundidad ni utilizada como fuente para generar energía eléctrica, aseguran en ACHEGEO. Aunque gradualmente, va ganando terreno. Y uno de los que se vislumbran con mayor potencial, es el de las aplicaciones en viviendas a través de bombas de calor geotérmicas.

BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS

Aunque esta tecnología llegó a Chile hace alrededor de 10 años, explican en el Centro de Energías Renovables (CER) del Ministerio de Energía, recién hace un par de años comenzó el interés por introducirla en viviendas. Pero de qué se trata? Una bomba de calor, explican en ACHEGEO, es una máquina que permite transferir calor de un foco frío a un foco caliente. Para lograr esta acción, es necesario un aporte de trabajo dado que por la segunda ley

de la termodinámica, el calor se dirige de manera espontánea de un foco caliente a otro frío, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualan. Se utilizan diversos fenómenos físicos para crear bombas térmicas, siendo los más comunes la compresión de gas y el cambio de fase entre gas y líquido.

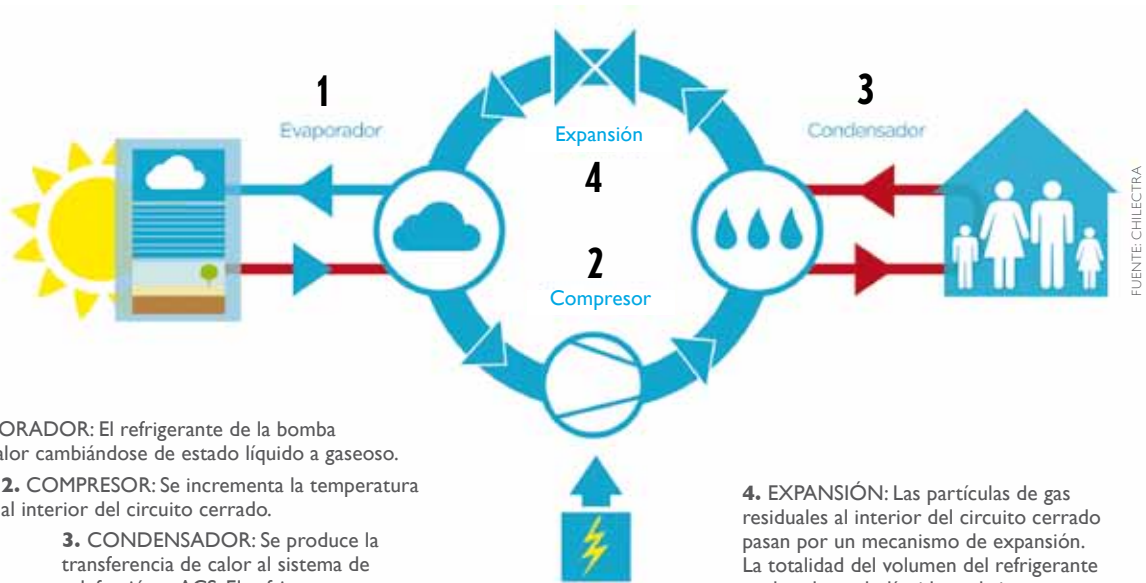
Las bombas de calor aplicadas en viviendas utilizan la energía geotérmica de muy baja temperatura, la que basa sus aplicaciones en la capacidad que tienen las capas superficiales, para mantener la temperatura constante a lo largo de todo el año. “Entre los 20 y 150 m de profundidad, si bien existe un gradiente térmico de 3° C cada 100 m, la temperatura de la tierra es estable frente a los cambios que sufre la atmósfera, lo cual se aprovecha con las bombas de calor. En el circuito de estos sistemas (cuando se usa para calentar), el líquido calorportador que circula por la sonda que está en contacto con la tierra, aumenta su temperatura; luego el calor contenido en el líquido se transfiere al gas del circuito principal, con lo cual éste aumenta su temperatura entre 3 y 5°C”, detalla Pablo Tello Guerra, analista del CER.

Y vamos al detalle. El sistema está integrado generalmente por tres subsistemas.

- **Una sonda subterránea** que extrae calor del subsuelo o evacua calor de la edificación.
- **Un sistema de bomba de calor** que aprovecha el calor transferido por la sonda al gas del circuito principal; aumenta su temperatura mediante un compresor y la transfiere al sistema de distribución de la vivienda.
- **Un sistema de climatización** que distribuye el calor o el frío a los diferentes recintos de la edificación.

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS

Las bombas de calor funcionan mediante ciclo termodinámico en base a transferencias de calor entre el medio ambiente, el refrigerante al interior del equipo (circuito cerrado) y el sistema de calefacción o Agua Caliente Sanitaria (ACS). Los principales componentes son:



FUENTE: CHILECTRA

1. EVAPORADOR: El refrigerante de la bomba recibe calor cambiándose de estado líquido a gaseoso.

2. COMPRESOR: Se incrementa la temperatura al interior del circuito cerrado.

3. CONDENSADOR: Se produce la transferencia de calor al sistema de calefacción o ACS. El refrigerante en estado gaseoso se condensa volviéndose al estado líquido.

4. EXPANSIÓN: Las partículas de gas residuales al interior del circuito cerrado pasan por un mecanismo de expansión. La totalidad del volumen del refrigerante vuelve al estado líquido en baja temperatura para iniciar un nuevo ciclo de funcionamiento.

El calor natural del suelo generalmente es absorbido por un fluido calorportador (agua glicolada) que circula por el interior de la sonda. En la bomba de calor, la temperatura del suelo es transferida a un gas que se vaporiza y que luego llega a un compresor eléctrico que eleva su temperatura (ver esquema de funcionamiento).

Estas bombas pueden captar el calor de manera horizontal (con grandes explanadas donde se realizan perforaciones de 3 m de profundidad) y de forma vertical (donde se requieren pozos de 8 pulgadas y con profundidades entre 80 y 150 metros aproximadamente, dependiendo de las características del terreno), explica Pablo Tello.

VENTAJAS

Además de tratarse de una solución amigable con el medio ambiente, por ser una alternativa a los combustibles fósiles, los especialistas aseguran que con la utilización de sistemas geotérmicos para viviendas, se generan ahorros. Y así lo detallan en Chilectra, empresa que ha puesto esta tecnología a disposición de sus clientes, como una de sus alternativas dentro de la gama de Energías Renovables no Convencionales (ERNC). “El mecanismo termodinámico del equipo envía la energía captada al sistema de calefacción o de calentamiento de agua de las viviendas. Esa operación mantiene

Instalación de bombas de calor en España.



GENTILEZA ENERGYLAB

YACIMIENTOS DE ALTAS TEMPERATURAS

Según datos recopilados por la Asociación Chilena de Energía Geotérmica (ACHEGEO), el éxito para encontrar áreas geotérmicas de altas temperaturas depende íntegramente de los resultados obtenidos en la etapa de exploración. Para ello es necesario usar complejas técnicas geológicas para localizar y confirmar el foco de calor y su extensión.

Posteriormente se emplean técnicas geoquímicas para confirmar la existencia de fluidos y su composición. Por último las técnicas geofísicas delimitan el tamaño del reservorio y definen sus características. Todos estos datos, correctamente interpretados permiten valorar la factibilidad económica de la explotación del reservorio y su utilización como fuente de energía renovable. En la fase de exploración superficial los montos de inversión fluctúan entre los US\$ 300.000 y US\$ 1.000.000. En tanto la fase de exploración profunda involucra prácticamente US\$ 1.000.000 en promedio

por pozo y de los cuales se deben hacer en esta fase entre 2 y 3 de ellos. Una vez comprobado el recurso geotérmico y su viabilidad económica, los montos de inversión en explotación fácilmente pueden llegar entre los US\$ 150.000.000 y US\$ 200.000.000 para plantas de 40Mw modulares. Pero sin lugar a dudas, quienes invierten estas grandes sumas de dinero lo hacen por las enormes ganancias que pueden obtener con la explotación, sobre todo si se considera que en Chile, legalmente se pueden explorar hasta cien mil hectáreas en 2 años prolongables a 4 y explotar 20.000 hectáreas indefinidamente, sin dejar de mencionar que tenemos condiciones privilegiadas por estar ubicados en el Cinturón de Fuego del Pacífico. Según información de prensa, en nuestro país, al menos cuatro empresas informaron de importantes avances en su fase de exploración, por lo que se estima que las primeras centrales de geotermia podrían comenzar a generar a partir de 2015.



GENTILEZA ENERGYLAB



coeficientes muy apreciados a lo largo de todo el año. Por 1 kW de electricidad requerida para hacer funcionar el equipo, se reciben 4 kW de calor”, detalla Marco Torres Garcés, jefe del Área Ecoenergías de Chilectra S.A. Otra particularidad, explica el profesional, es que en verano se puede invertir el proceso de operación del equipo, por lo que la bomba de calor sirve para todo el año, además de tratarse de un suministro constante (en comparación con otras fuentes de energía limpia).

Para Francisco Iñiguez, profesional que ha implementado varios de estos sistemas en la zona sur de nuestro país, los ahorros que se generan están en el orden de un 60% en los costos finales de las cuentas de luz. “En el caso de los ahorros por conceptos de calefacción van a depender de la aislación de la vivienda.

Un aspecto clave a la hora de pensar en la implementación de la tecnología”, explica el especialista. Pero aún, hay temas por resolver.

DESVENTAJAS

Los especialistas aseguran que las principales desventajas de la tecnología, están por un lado en el desconocimiento y por otro algunas malas experiencias que han tenido proyectos que emplearon bombas de calor geotérmicas, especialmente en el sur de nuestro país. “Algunos instaladores han tomado la potencia térmica como una constante, sin tomar en cuenta factores como la envolvente térmica de la vivienda, los vientos predominantes, la dirección de la casa y el sistema de calefacción, por lo que los equipos han quedado subdimensionados”, dice Francisco Iñiguez, quien asegura que lo

Bombas de calor geotérmicas instaladas en una vivienda unifamiliar en Valladolid, España.

PANORAMA INTERNACIONAL

Las aplicaciones geotérmicas para bombas de calor comenzaron a desarrollarse hace unos 60 años en Estados Unidos. En Europa, Suecia, Alemania, Suiza y Austria han sido los que han tenido el mayor crecimiento en esta área, explican en Energylab (Centro Tecnológico español de Eficiencia y Sostenibilidad Energética). También destaca Islandia, Italia y en el último tiempo China. En el campo de las plantas geotérmicas, el mayor productor es EE.UU. seguido por Filipinas y México. No se queda atrás Islandia, donde el 87% de las viviendas se abastecen de energía proveniente de plantas geotérmicas.



Instalación residencial de bombas de calor geotérmicas. En esta vivienda se realizaron seis perforaciones logrando una potencia instalada de 40 KW.



GENTILEZA ENERGYLAB

ideal es que las bombas cubran todas las necesidades, sin tener que recurrir a sistemas complementarios de climatización.

Por otra parte, se reconoce que en nuestro país hay pocos estudios de suelo, lo que dificulta las proyecciones para la captación horizontal. “Por otra parte, en el caso del sistema de captación vertical, no hay certezas de cuántos pozos se van a tener que realizar, ya que en base a la calidad de la tierra que se encuentre en la primera perforación, se estima la cantidad de perforaciones necesarias, dependiendo del consumo de la vivienda”, explica Pablo Tello.

Otras variables críticas, dicen en Chilectra, son la disponibilidad de terreno y la tipología de suelo. Por lo general, dice Francisco Iñiguez, este tipo de soluciones no se instalan en Santiago, debido a la gran cantidad de terreno que requiere, el que queda inutilizado (para jardines u otros usos). La mano de obra para instalación también es un factor que merece cuidado y control. Y finalmente un factor crítico a la hora de decidirse por este sistema es el elevado costo.

COSTOS

Pese a que los costos de estos equipos no son comparables a los sistemas geotérmicos que requieren exploraciones profundas a través de pozos exploratorios y que involucran inversiones millonarias del orden de los US\$1.000.000 por pozo o más, los valores todavía siguen siendo altos. Lo que más encarece es la perforación (cuando se trata de captación vertical),

la que cuesta entre 100.000 y 300.000 pesos por metro perforado, requiriéndose unos 150 m aproximadamente. En el caso de la captación horizontal, el gasto mayor está en las bombas de calor. Por ejemplo un equipo de 22 KW cuesta entre 12 y 15 millones de pesos, dicen en el CER. En Chilectra, en tanto son más optimistas y aseguran que la tecnología está cada día más al alcance de las familias y que se estima que la recuperación de la inversión se realiza entre 3 y 5 años.

FUTURO

Tanto profesionales chilenos como empresas extranjeras están tratando de introducir y aumentar la penetración de esta tecnología en nuestro país. En Chilectra han desarrollado la solución geotermal en base a captación de energía proveniente del agua de napas subterráneas. Para esto, se realiza un pozo de captación y otro de infiltración en el cual se devuelve el agua al suelo. Este sistema requiere profundidades que pueden ser suficientes desde los 20 m. Por otra parte, actualmente se realiza la ingeniería de detalle para aplicar esta tecnología para abastecer 40 viviendas que se encuentran en construcción en el sur de nuestro país, adelanta Víctor Hernández, General Manager de GTN LA, empresa de consultoría geotérmica. De a poco, comienza a vislumbrarse la geotermia en viviendas. 📍

<http://cer.gob.cl>, www.achegeo.cl, www.gtlna.cl, www.chilectra.cl, www.energylab.es

Daclima

Eficiencia energética al 100%



El proyecto de paneles solares más grande del país se instaló en el edificio Alto Serrano de Santiago.



El ministro de Energía, Rodrigo Álvarez (segundo de izquierda a derecha), visitó el proyecto durante su inauguración en octubre de 2011.

Con 20 años de experiencia en el mercado, Daclima fue la encargada de equipar con paneles solares el edificio Alto Serrano, uno de los proyectos más grande del país en materia de ahorro de energía.

Incentivar a las empresas a incorporar sistemas o procedimientos sustentables es lo que busca la Ley 20.365. La normativa para Sistemas Solares Térmicos, puede cubrir hasta el 100% de los costos, lo que la convierte en una medida cuyo

beneficio se transmite directamente a los usuarios. Esto bien lo saben en Daclima, empresa que desde 1992 se especializa en eficiencia energética y que se ha encargado de equipar, con un completo sistema de colectores solares térmicos, el proyecto habitacional Alto Serrano, primer complejo residencial en obtener el 100% de financiamiento estatal en esta área.

La gran envergadura de este proyecto motivó que a su inauguración asistiera el Ministro de Energía Rodrigo Álvarez, además del Superintendente de Electricidad y Combustibles.

Para su desarrollo, Alto Serrano involucró la instalación de 125 unidades de colectores solares térmicos, además de seis depósitos de acumulación, que se tradujeron en una inversión de UF 8.300, 100% financiadas por el estado. Gracias a este sistema cerca de 1.200 personas se

proveerán de agua caliente. “Con Alto Serrano culmina un proceso de tres años de preparación que incluyó capacitaciones, una misión tecnológica a España y seminarios. Esto finalmente se traduce en beneficios importantes para los usuarios, como una baja considerable en el gasto mensual en combustible, además de beneficios que tienen que ver con el país y el planeta”, comenta Francisco Viada, gerente general de Daclima.

Gracias al éxito alcanzado con Alto Serrano, hoy Daclima ejecuta proyectos de eficiencia energética en cuatro edificios de Santiago, instalando alrededor de 1.200 m2 de paneles solares. “Yo creo que esto no para. Hemos adquirido bastante experiencia en energía solar y es por eso que hoy estamos incorporando otras tecnologías. El desafío es seguir evolucionando”, concluye Viada.

FICHA TÉCNICA EDIFICIO ALTO SERRANO

- 125 Colectores Solares Térmicos y 6 depósitos de acumulación
- 375 m²
- 28.000 litros diarios de agua caliente
- UF 8.300 de inversión
- \$21.000.000 aprox. de ahorro en gas anual.