

**Recepción:** 16 de marzo de 2015

**Aceptación:** 29 de abril de 2015

**Publicación:** 04 de junio de 2015

# CAPTACIÓN DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA PARA SU USO EN LA EDIFICACIÓN

---

UPTAKE OF GEOTHERMAL ENERGY FOR USE IN  
BUILDING

Francisco Javier Cárcel Carrasco<sup>1</sup>

David Martínez Márquez<sup>2</sup>

1. Doctor Ingeniero Industrial. Departamento de Construcciones arquitectónicas. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. Email: [fracarc1@csa.upv.es](mailto:fracarc1@csa.upv.es)
2. Arquitecto Técnico. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. E-mail: [dama4@arqt.upv.es](mailto:dama4@arqt.upv.es)

## RESUMEN

Una de las aplicaciones más importantes en el uso de la energía geotérmica de baja entalpía puede ser la utilización para climatización mediante el uso de sistemas termodinámicos de bomba de calor. Aunque hoy en día su aplicación es escasa, los beneficios que puede aportar son importantes. En este artículo se muestra la forma de captación y aprovechamiento de esta energía, mostrando sus principales aplicaciones y forma de instalación.

## ABSTRACT

One of the most important applications in the use of low enthalpy geothermal energy can be used for air conditioning using thermodynamic heat pump systems. Although today its application is low, the benefits it can bring are important. This article shows the way of collection and use of this energy, showing its main applications and method of installation.

## PALABRAS CLAVE

Eficiencia energética; Energías alternativas; energía geotérmica; baja entalpía.

## KEY WORDS

Energy efficiency; alternative energy; geothermal energy; low enthalpy.

## INTRODUCCIÓN

Existen muchos y diversos usos a los que se puede aplicar la energía geotérmica, en el sector industrial sin ir más lejos, puede ser utilizada para alimentar procesos de calefacción, evaporación, secado, esterilización, etc. aplicándose en industrias tan diversas como la industria del papel y reciclado, la textil, la alimentaria, etc.

Mientras en el sector primario, su uso se limita a la climatización de invernaderos, consiguiendo con el calor producido por esta tecnología, que las temporadas de recolección se alarguen, favoreciendo un aumento en la temporada de cosechas.

Hoy en día las principales prestaciones de la bomba de calor geotérmica de baja entalpía, son únicamente la climatización, tanto en régimen de calefacción como en refrigeración y la preparación de agua caliente sanitaria (DGI, 2010).

En este artículo, nos vamos a centrar en el ámbito de la climatización dentro de unos determinados edificios, analizando los sistemas existentes para este fin y proponiendo la energía geotérmica de baja entalpía, como instalación alternativa para dicho fin.

En España no es muy habitual el uso de esta tecnología, por ser una gran desconocida por la población, pero existen muchas variantes para utilizar instalaciones de climatización con esta energía para edificios tanto de manera individual como centralizada, por citar un ejemplo, podemos encontrar un sistema de calefacción urbana en Madrid, Colonia de la Esperanza, donde existe una central de producción de calor. Una red distribuye el calor a los puntos de consumo por medio de tuberías de distribución, generalmente enterradas y aisladas térmicamente para evitar pérdidas de calor, existen dos circuitos, uno de ida y el otro de retorno a la central donde se recalentará el fluido calo-portador. En los edificios donde se realiza la demanda de energía, deben de disponer de una serie de subestaciones térmicas en las que se realiza el intercambio de calor entre el fluido calo-portador y el fluido de transferencia que irá a parar hasta los puntos de consumo de las viviendas. Hay que destacar que este barrio cuenta con 3200 pisos con una media de superficie útil cada uno de 110 m<sup>2</sup>, los cuales son climatizados con esta tecnología.

## CAPTACIÓN DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

La captación de la energía geotérmica de baja entalpía es una instalación sencilla mediante la colocación en el terreno de unos captadores de energía por los cuales circulará un fluido, normalmente *agua glicolada*, que al ponerse en contacto con el subsuelo, captarán o cederán energía como consecuencia de un salto térmico entre el fluido y el terreno (Atecyr, 2008; Aven, 2003; Barrero, 2003).

También es posible extraer energía de las aguas subterráneas y aprovechar su temperatura, pero este sistema tiene el inconveniente de la autorización de las administraciones públicas. Los sistemas que se pueden emplear para la captación de la energía geotérmica son los siguientes:

- a) Captación vertical
- b) Captación horizontal
- c) Aguas subterráneas
- d) Lagos y ríos
- e) Cimientos geotérmicos

A continuación se detallan cada uno de ellos de forma breve, ya que en el apartado 7 se profundizará más en detalle en los sistemas de captación:

- a) **Captación vertical:** La captación vertical consiste en la ejecución de una o varias perforaciones en las cuales se introducirán los captadores de energía. Su longitud varía entre los 50 m hasta los 200 m aproximadamente. Tienen la ventaja de que ocupan poco espacio y proporcionan una gran estabilidad de las temperaturas. Por el contrario, su ejecución es más cara que otros sistemas de captación. Para una mayor comprensión del sistema de captación, se muestra una sección de una perforación (fig. 15) donde se introducen los tubos captadores de energía, de aquí en adelante denominadas sondas geotérmicas. Este sistema será explicado en más profundidad en siguientes apartados.

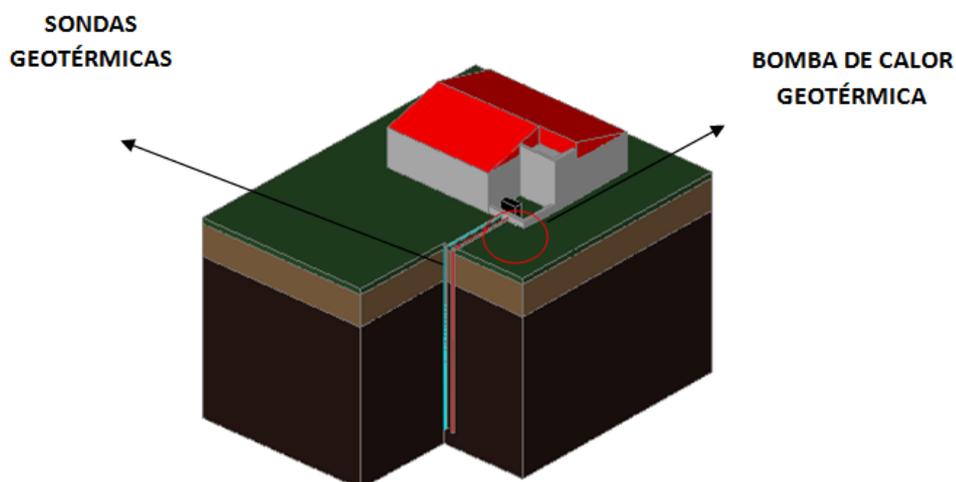
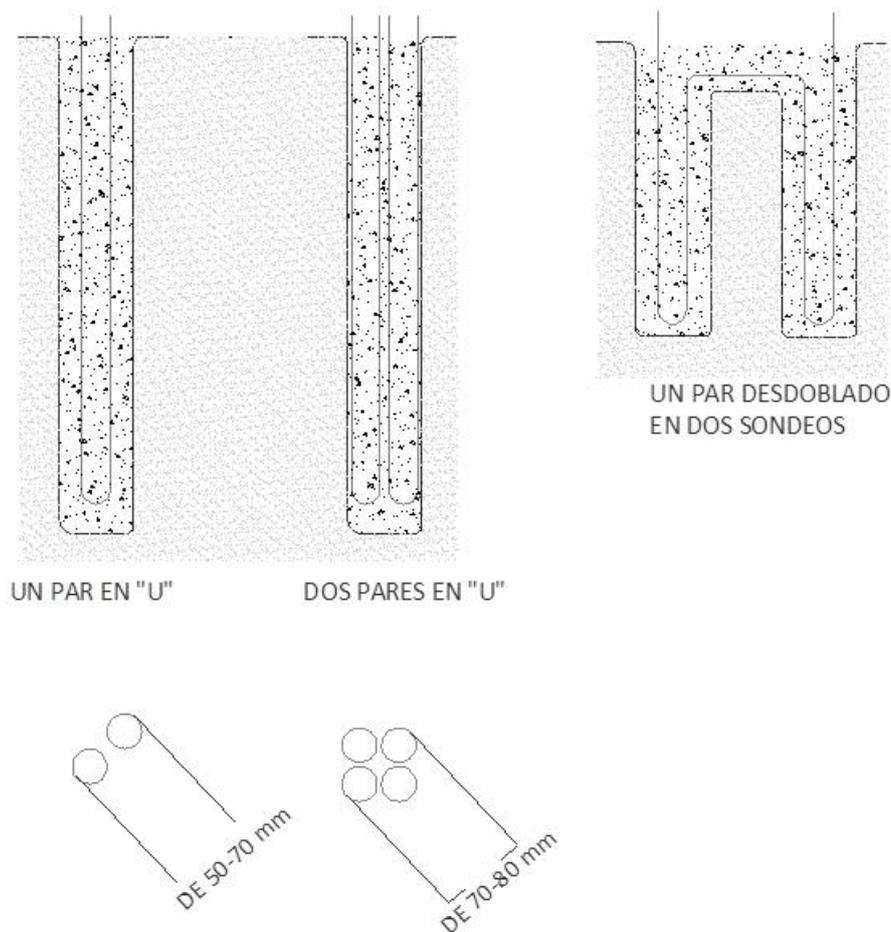


Figura 1. Sistema de captación vertical.

En la figura 1 puede observarse como los tubos son introducidos en el interior del subsuelo para captar la energía necesaria y es conducida a la bomba de calor geotérmica. En épocas veraniegas el calor existente en el interior de las dependencias será recogido por la bomba de calor geotérmica, e inyectado en el terreno.

En la siguiente figura (figura 2), se puede ver el esquema que podemos encontrar para la red de tuberías instaladas en el terreno para este tipo de sistema de captación de energía.



**Figura 2.** Sección de captadores geotérmicos. **Fuente:** [www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

- b) Captación horizontal:** La captación horizontal consiste en la ejecución de una serie de zanjas, o vaciados de grandes dimensiones del terreno en las cuales se colocan los colectores de energía (figura 3). Su profundidad está comprendida entre los 0,5m a 1,5m aproximadamente. Se trata de un sistema más económico que las perforaciones que, sin embargo, presenta el inconveniente de requerir bastante superficie de terreno, sobre el cual no se podrán plantar árboles de profundas raíces que puedan romper en un futuro los captadores energéticos ni construir plataformas o soleras que imposibiliten la reparación de los captadores. Si que cabe la posibilidad de plantar cualquier tipo de vegetación densa, cuyas raíces sean de escasa longitud, como por ejemplo césped, el cual puede favorecer en la regulación de la temperatura y humedad del suelo.

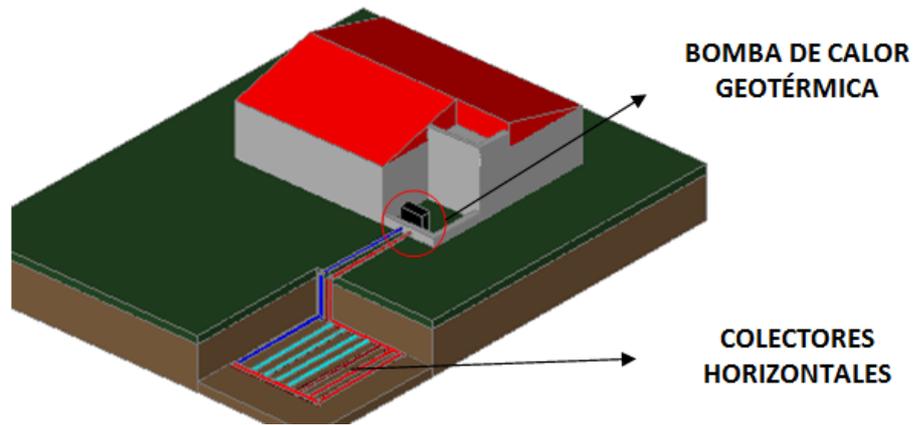


Figura 3. Sistema de captación Horizontal.

Para una mejor comprensión, se presenta la siguiente sección, (figura 4) donde se aprecian las medidas mínimas que deben de tener este tipo de instalaciones.

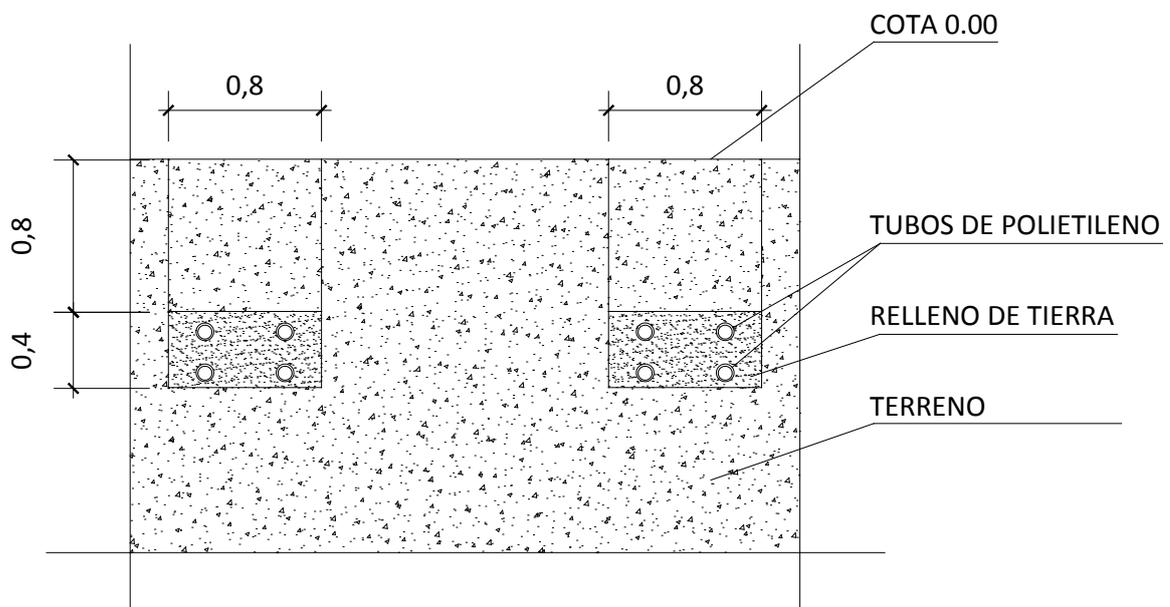


Figura 4. Terreno con colectores horizontales. Fuente: www.fenercom.com

Como el sistema de captación horizontal, en las figuras 5 y 6 se pueden ver su sistema de instalación.



Figura 5. Terreno con colectores horizontales. Fuente: [www.instalacionesalegre.com](http://www.instalacionesalegre.com)

Se trata de un sistema más económico que las perforaciones, sin embargo presenta el inconveniente de requerir bastante superficie de terreno, sobre el cual no se podrán plantar árboles de profundas raíces que puedan romper en un futuro los captadores energéticos ni construir plataformas o soleras. Este sistema no es recomendable para edificios que quieran aportar frío en verano. Por el contrario, si puede abastecer de calefacción una vivienda de 150 m<sup>2</sup>, solo es necesario que la vivienda tenga una superficie exterior donde enterrar la instalación, igual o superior a 1.5 veces la superficie interior de la vivienda.



Figura 6. Terreno con colectores horizontales. Fuente: [www.instalacionesalegre.com](http://www.instalacionesalegre.com)

Como se puede ver en las fotografías de la página anterior y de la izquierda, los captadores horizontales pueden colocarse para ahorrar espacio, tendidos sobre el terreno o de diferentes formas aprovechando al máximo la superficie.

### RED DE CAPTADORES HORIZONTAL.

FUENTE: [WWW.INSTALACIONESALEGRE.COM](http://WWW.INSTALACIONESALEGRE.COM)

En este sistema, el terreno sirve como acumulador de calor aportado por el sol y la energía geotérmica pasa a tener un papel secundario, ya que los tubos de captación se encuentran a poca profundidad.

- c) **Captación aguas y ríos:** Es sin duda el sistema más económico pero que por desgracia no es muy frecuente en nuestro país por la escasez de grandes lagos o ríos donde existan construcciones y permitan su utilización y el permiso de las administraciones públicas.

Consiste en la introducción dentro del agua de los captadores energéticos que realizarán el intercambio energético con ella en vez de con el terreno.

Estos tres sistemas de captación descritos, están englobados dentro de los **sistemas cerrados** en los que no existe extracción de agua de las perforaciones, ni de los lagos o ríos, solamente el calor que estos poseen.

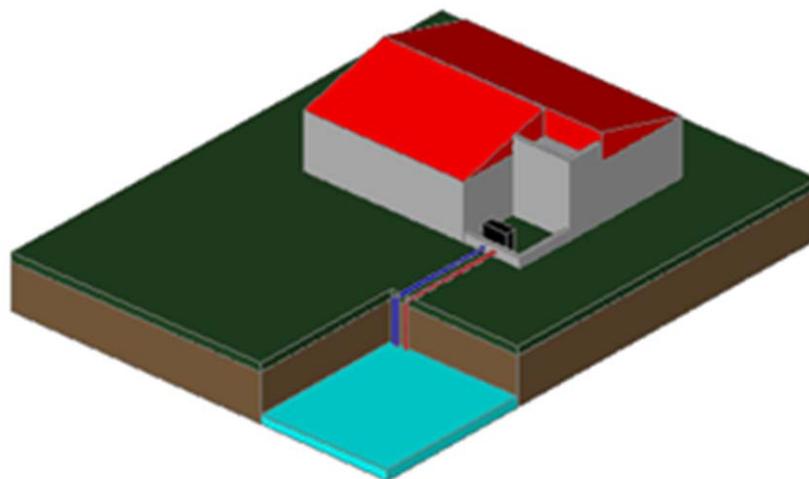


Figura 7. Sistema de captación vertical mediante aguas.

- d) **Captación de aguas subterráneas (circuito abierto):** Existe la posibilidad de extraer agua subterránea por una perforación, llevarla a la bomba de calor y una vez hecho el intercambio energético, devolverla al subsuelo por otra perforación diferente. Este sistema requiere garantizar un caudal mínimo durante toda la vida de la instalación. Además tendremos que tener en cuenta el consumo energético de la bomba de elevación que tendremos que sumar al coste del sistema junto al sistema de climatización con el consiguiente descenso en la eficiencia global del sistema. Por último, en este caso ya se está haciendo uso de un recurso hídrico por lo que es necesario tener autorización de la confederación hidrográfica correspondiente.

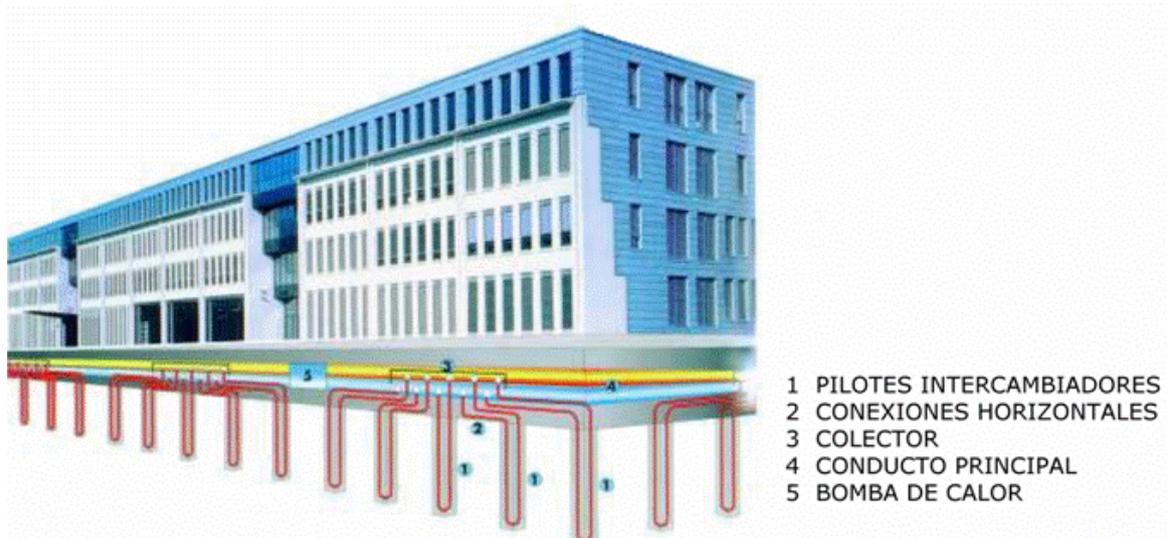
e) **Cimientos geotérmicos:** este sistema puede aplicarse a edificios de gran envergadura, en realidad se trata de convertir la estructura resistente de cimentación, mediante pilotes, muros pantalla, etc. Los cuales actúan como captadores de energía geotérmica, para ello se introduce la instalación de captación de energía dentro del tipo de cimentación que se va a realizar, así todo el circuito de intercambio se situará debajo del edificio, ahorrando trabajo y espacio.



**Figura 8.** Edificio strabag headquarters en Viena (Austria). Aspecto final y pilotes geotérmicos.

**Fuente:** www.enercret.com.

En todos estos sistemas de captación descritos anteriormente, es imprescindible que exista una bomba de calor que haga de intercambiador de temperatura entre el espacio que queremos aclimatar, (ya sea aportando calor en invierno o frío en verano) y el terreno, para ello es necesario una instalación entre el *foco frío* y la bomba de calor, como se ha visto en los apartados anteriores esa instalación es a base de tubos de propileno, PVC, o de polietileno de alta densidad e incluso cobre, pero este material no es aconsejable por causar posibles daños a la armadura en el último sistema de captación creando un par galvánico.



**Figura 9.** Esquema de edificio con pilotes intercambiadores de calor. **Fuente:** Pahud, 2002.

## APROVECHAMIENTO POR BOMBA DE CALOR DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPIA

La bomba de calor es la encargada de aprovechar la energía obtenida gratuitamente del terreno mediante su ciclo frigorífico (*ciclo inverso de Carnot*) y es capaz de elevar la temperatura del agua de calefacción hasta la temperatura deseada al igual que la temperatura del agua caliente sanitaria. En definitiva, no es más que una máquina que transfiere el calor desde un foco frío a un foco caliente utilizando una cantidad de trabajo relativamente pequeña. La ventaja que tiene este sistema frente a otros, es la capacidad para aprovechar la energía existente en el ambiente, tanto en el aire como en el agua o en nuestro caso la tierra, y le permite refrigerar o calefactar dependencias interiores de la vivienda o edificio, en invierno o en verano con una aportación pequeña de energía eléctrica.

### ¿CÓMO SE APROVECHA LA ENERGÍA EXISTENTE EN EL AMBIENTE?

Para contestar a la pregunta vamos a argumentarlo de la forma más breve posible, en verano, cuando se necesita ambientes frescos en las dependencias de la vivienda, la bomba, extrae del recinto a refrigerar el calor del ambiente transfiriéndolo al suelo o podemos transferir esa energía a otro lugar, como por ejemplo, una piscina para alargar su temporada o bien aprovecharla en otra zona del edificio, mientras que en invierno, el proceso es a la inversa, la bomba de calor extrae la energía del subsuelo transfiriéndolo al ambiente que queremos calefactar.

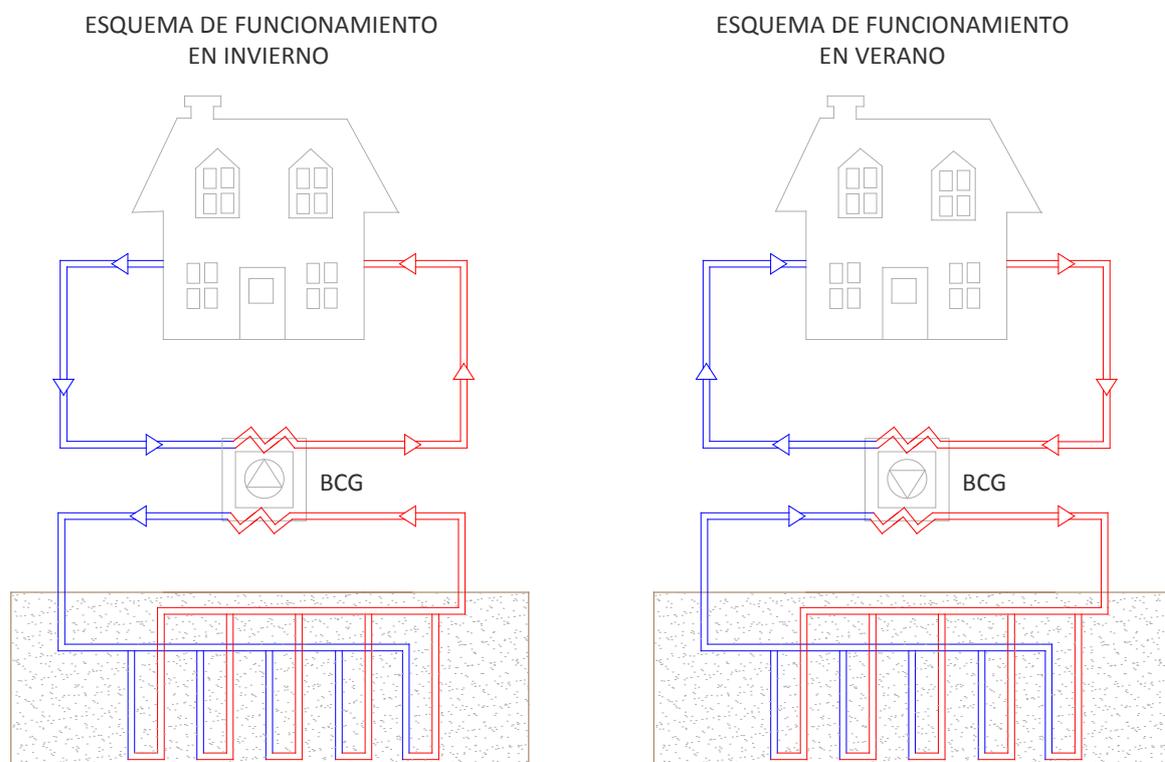


Figura 10. Esquema de funcionamiento de la bomba de calor geotérmica.

## CONCLUSIONES

En nuevas construcciones residenciales o de usos terciarios, tener en cuenta la captación de energía por sistemas geotérmicos puede representar un elevado ahorro energético en el uso de climatización (Idae, 2014).

Los sistemas de captación son sencillos, pero deben estar previstos en las fases originales de proyecto para la correcta instalación.

Su uso puede ser aplicado en numerosas áreas geográficas independientemente de las características ambientales que se puedan tener.

## REFERENCIAS

ATECYR . Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración. (2008). *Guía Técnica de Diseño de Bombas de Calor Geotérmica*. Edición IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

AVEN. Agencia Valenciana de la Energía. (2003). *Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana*. Edición AVEN (Agencia Valenciana de la Energía).

Barrero Fernández, Antonio (2003). *Energías Renovables para Todos: Energía Geotérmica y del Mar*. Edición Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (FENERCOM).

DGI. Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, junto con la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (2010). *Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica*. Edición Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (FENERCOM).

Enercrem. (2014). *Sistemas de instalación geotérmicos*. <http://www.enercret.com/de>.

Fenercom. (2014) Fundación de la energía de la comunidad de Madrid. <http://www.fenercom.com/>

IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2014). <http://www.idae.es/>.

Instalaciones Alegre. (2014). Sistemas geotérmicos. <http://www.instalacionesalegre.com/geotermia.html>

Pahud, D. (2002). *Geothermal energy and heat storage*. Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana.