

Bombas de calor geotérmicas (BCGs)

La calefacción ecoeficiente

¿Puede una tecnología de climatización ser renovable y eficiente a la vez? La respuesta es sí. La bomba de calor geotérmica está considerada por la Unión Europea como una referencia tecnológica en el aprovechamiento de recursos energéticos renovables por su alto rendimiento frente a otras tecnologías y por su nulo nivel de emisiones directas a la atmósfera.

Por David Hernandez, Manuel Pisonero, Alejandra González y José Javier Guerra

La energía geotérmica de baja entalpía basa su principio en la capacidad que tiene la tierra para acumular el calor procedente del sol, manteniendo una temperatura prácticamente constante a lo largo del año a partir de determinada profundidad. Así, a partir de cinco metros de profundidad la temperatura se mantiene más o menos constante en torno a los 16 °C.

El principio básico de una bomba de calor geotérmica se basa en el mismo ciclo de Carnot que una bomba de calor convencional, con la diferencia de que el intercambiador externo está enterrado en la tierra. Al tener el foco caliente/frío a una temperatura constante y más elevada que la temperatura ambiente, el salto térmico con respecto al espacio a climatizar es menor, lo que permite unos coeficientes de funcionamiento muy elevados (COP).

Si bien el coste de la instalación de un sistema de este tipo es elevado, las ventajas que ofrece lo hacen muy atractivo. Principalmente, por su

ahorro energético, al tener una relación entre la energía que proporciona la máquina y la que aportamos (COP) de 4 respecto al 2'5 de otros sistemas tradicionales en calefacción, y por otro lado, en régimen de frío esta relación aumenta y es de 4'5 frente al 2'3 de las tradicionales. Es decir, por cada kWh eléctrico consumido, la bomba nos aportará 4 kWh térmicos de calor/frío. Esto conlleva un ahorro económico, porque gasta menos energía eléctrica, y un aumento de la seguridad, porque elimina las torres de refrigeración y, por tanto, el riesgo de legionelosis. Si a esto unimos que actualmente existen subvenciones para su instalación y que los costes de mantenimiento son menores que en los sistemas tradicionales, nos encontramos ante una buena alternativa frente a otras tecnologías de climatización.

En términos económicos, los estudios del Centro de Eficiencia Energética sostienen que la solución de climatización con bombas de calor es competitiva frente a otros sistemas que utilicen combustibles fósiles: gasóleo C, propano, carbón,

etc., así como frente a otros sistemas eléctricos tradicionales; si bien no lo es frente a soluciones eficientes basadas en gas natural canalizado.

Dependiendo del sistema de intercambio con la corteza terrestre, distinguimos dos tipos de instalaciones:

- **Sistemas cerrados:** los intercambiadores de calor son ubicados en el subsuelo de forma vertical u horizontal.
- **Sistemas abiertos:** se utiliza agua subterránea como portador de calor y se lleva directamente a la bomba de calor.

En países como Estados Unidos, Canadá, Suecia, Alemania, Francia o Suiza, la bomba de calor geotérmica es ya una tecnología consolidada y con una alta penetración. Sin embargo, en España, pese a reunir unas condiciones favorables y un elevado potencial, su implantación no está apenas extendida.

Plan Gaia. Gas Natural Fenosa, fiel a su compromiso con la eficiencia energética y las energías renovables en el punto de consumo, apuesta por el impulso de la bomba de calor



geotérmica (BCG) de baja entalpía, por lo que a finales de 2008 puso en marcha en nuestro país el Plan Gaia, cuyo objetivo es demostrar que la BCG es la mejor tecnología ecoeficiente para sistemas de climatización en España. En este plan cuenta con

Países con más instalaciones en Europa

| | Número de instalaciones | Potencia instalada (MWth) |
|--------------|-------------------------|---------------------------|
| Suecia | 320.687 | 2.909,0 |
| Alemania | 150.263 | 1.652,9 |
| Francia | 121.886 | 1.340,7 |
| Finlandia | 46.412 | 857,9 |
| Austria | 48.461 | 544,8 |
| Holanda | 19.310 | 508,0 |
| Total | 707.019 | 7.813,3 |

■ Gonzalo Bernabeu, uno de los primeros empleados a los que se instaló la bomba de calor geotérmica en su casa. Debajo, edificio donde se instaló el proyecto piloto, en Galicia.



el asesoramiento de la consultora americana 360 Energy Group, experta en el desarrollo de programas de bombas de calor geotérmicas.

Para ponerlo en marcha, la compañía emprendió un análisis de viabilidad técnico-económica, así como la ejecución de varias pruebas piloto de las bombas de calor geotérmicas de baja entalpía, con la finalidad de evaluar su potencial y las posibilidades de dicha tecnología para su utilización (para generar agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración) en distintos sectores del mercado ibérico.

Con la asistencia técnica del *business partner* de tecnología e ingeniería, se realizó una campaña entre empleados del grupo que voluntariamente se sumaron al proyecto. En paralelo, y a través de un acuerdo con la Xunta de Galicia, el Centro Tecnológico de Eficiencia y Sostenibilidad Energética, Energylab, del que Gas Natural Fenosa es miembro fundador, renovó los sistemas de climatización en cinco edificios públicos, instalaciones que actualmente están bajo un programa de monitorización y estudio permanente.

En diciembre de 2008, y dentro de la convocatoria de ayudas a proyectos de eficiencia energética de la Comunidad de Madrid, se lanzó una campaña voluntaria para empleados de la compañía que quisieran renovar su sistema de climatización, con el siguiente esquema de trabajo:

• Paso 1°. Elección de viviendas.

Con motivo de la campaña de optimización energética incluida en el Tercer Convenio Colectivo para empleados del grupo y con el objetivo de reducir su consumo energético y sus emisiones a la atmósfera, se inició la selección de las viviendas que participarían en el proyecto. Éstas deberían reunir una serie de características, como ser viviendas unifamiliares situadas dentro de la Comunidad de Madrid y que tuvieran unos consumos superiores a 25.000 kWh/año. De un universo de 70 candidatos identificados, 25 empleados se ofrecieron voluntarios.

• Paso 2°. Realización de los Estudios Energéticos de detalle (EEDs) de los hogares. En una

segunda fase, las viviendas voluntarias seleccionadas se analizaron en profundidad con el objetivo de detectar mejoras de eficiencia en el ámbito de climatización, a través de la medición de consumos actuales y análisis del histórico, la realización de termografías y el dimensionamiento térmico y propuesta de actuación.

• Paso 3°. Instalación, supervisión, medida y verificación de los ahorros. En base a los EEDs, se procedió a seleccionar aquellas viviendas con mayores posibilidades técnico-económicas. Nueve viviendas cumplieron todos los requisitos necesarios para la implantación del sistema. Bajo la dirección de obra llevada a cabo por SOCOIN, a lo largo del segundo semestre de 2009 y primer trimestre de 2010 se ejecutaron los trabajos para la renovación del sistema de climatización y mejoras de aislamiento.

• Paso 4°. Medida y verificación de consumos. Todas las instalaciones se equiparon de instrumentación y control para monitorizar consumos y rendimiento del sistema implantado.

En cuanto al análisis de los resultados, el gráfico "Ahorros teóricos con la instalación de bomba de calor geotérmica en viviendas de empleados" ofrece información de esta campaña, con datos relativos a las nueve viviendas. Como podemos observar, el consumo final representa un ahorro medio de más del 56% del consumo anual medio de dichos empleados. Actualmente se están monitorizando todas las instalaciones existentes y los resultados obtenidos hasta el momento son superiores a los teóricos esperados con el objetivo de asegurar los rendimientos reales de las instalaciones, así como detectar deficiencias que nos permitan mejorar en proyectos futuros.

La cooperación de los empleados ha sido fundamental para el éxito del proyecto y sus valoraciones han sido muy positivas, destacando la mejora del confort en sus hogares, la facilidad del uso y los ahorros económicos. Gonzalo Bernabeu, uno de los primeros empleados a los que se instaló la BCG se declara muy satisfecho de cómo se había realizado la obra y de su funcionamiento, pero



■ Radiadores instalados en el proyecto.



■ Vista de la sala técnica.

sobre todo destaca los ahorros que estaba obteniendo.

Proyectos piloto en edificios gallegos. En cuanto a la utilización de la bomba de calor geotérmica en edificios, Energylab y la Xunta de Galicia han realizado cuatro proyectos piloto en edificios públicos

(dos colegios de aproximadamente 100 m², un centro de salud, y una biblioteca universitaria de 3.300 m²) que se sumaron a la experiencia de Gas Natural Fenosa. Los resultados reflejan que la utilización de esta tecnología en grandes superficies obtiene unos ahorros energéticos anuales superiores al 67%.

El principio básico de una bomba de calor geotérmica se basa en el mismo ciclo de Carnot que una bomba de calor convencional, con la diferencia de que el intercambiador externo está enterrado en la tierra