

Proyectos Emblemáticos



en el Ámbito de la
Energía Geotérmica

Proyectos Emblemáticos



en el Ámbito de la
Energía Geotérmica

Depósito Legal: M-26140-2014

DISEÑO E IMPRESIÓN:



Tel: 91 612 98 64

Agradecimientos

La Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, junto con la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, han elaborado esta tercera edición de la publicación “Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica”, que se presenta coincidiendo con la celebración del IV Congreso de la Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria – GeoEner los días 24 y 25 de noviembre de 2014.

Esta publicación se ha podido realizar gracias a la información facilitada por las diferentes empresas, entidades y propietarios que han intervenido en la puesta en marcha de los proyectos que en esta Guía se describen.

Con esta publicación se pretende dar una visión de las características de los aprovechamientos geotérmicos que actualmente se están realizando en nuestra región, confirmando las grandes posibilidades que este tipo de energía renovable presenta para la climatización de edificios, ya sean viviendas individuales, edificios residenciales o edificios terciarios, así como su aportación en el desarrollo energético sostenible de la Comunidad de Madrid.

En la elaboración de esta Guía, se ha contado con la colaboración de las siguientes entidades:

- Acre Arquitectura
- Akiter Renovables
- BBVA
- Cooperativa EAI310
- Embajada de Austria
- Eneres Sistemas Energéticos Sostenibles
- Geoter
- Girod Geotermia
- IFTEC GeoEnergía
- Telur Geotermia y Agua
- Uponor



Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica 3



índice



índice

Índice

<u>Presentación</u>	11
<u>Proyectos</u>	
1 Aprovechamiento geotérmico en un edificio terciario en Majadahonda	14
2 Sistema geotérmico en vivienda unifamiliar con piscina interior climatizada en Boadilla del Monte	16
3 Nueva sede de la Agencia Tributaria en Torrejón de Ardoz	18
4 Residencial Arroyo Bodonal. Climatización geotérmica	20
5 Aprovechamiento geotérmico en un edificio residencial en Madrid	22
6 Instalación de sistema geotérmico en vivienda unifamiliar	24
7 Sistema de intercambio geotérmico para la climatización de la nueva biblioteca de los Hermanos Maristas	26
8 Sistema geotérmico para la climatización de la residencia del embajador de Austria en Madrid	28
9 Aprovechamiento geotérmico en vivienda unifamiliar en Madrid	30
10 Sistema geotérmico para la climatización de la Ciudad BBVA	32
11 Aprovechamiento geotérmico en seis viviendas pareadas	34
12 Aprovechamiento geotérmico en cuatro viviendas unifamiliares	36
<u>Anexo</u>	
Situación geográfica de los proyectos en la Comunidad de Madrid	40
Información acerca de esta Guía	42

Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica 3



Presentación



Presentación

Presentación

La energía geotérmica se concibe como la energía almacenada en forma de calor por debajo de la superficie sólida de la Tierra y es una fuente energética inagotable y de enorme potencial de aplicación, tanto para la obtención de energía eléctrica como para su uso en climatización de edificios. Y puesto que el modelo energético actual basado en los combustibles fósiles comienza a no ser sostenible, la energía geotérmica aparece como una tecnología que puede jugar un papel relevante, debido a su impacto positivo en la reducción de la dependencia energética exterior de regiones con grandes demandas energéticas como es el caso de Madrid.

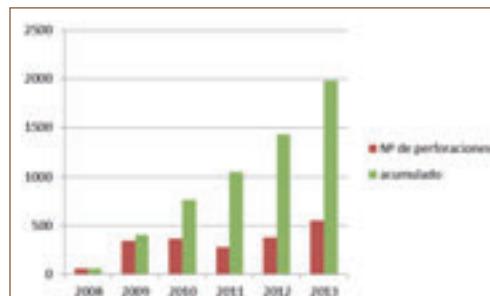
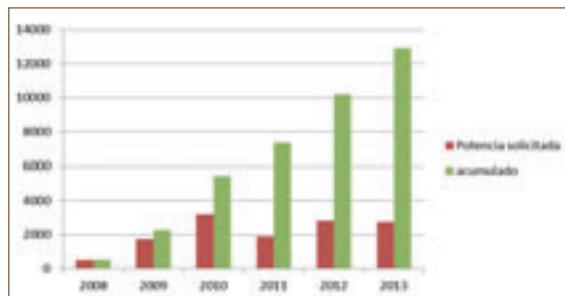
Las actuaciones y logros que vienen sucediéndose desde 2008 en la Comunidad de Madrid han permitido apreciar un espectacular incremento de las instalaciones geotérmicas.

En 2014 se han alcanzado las 290 instalaciones con una potencia total instalada superior a los 12 MW y casi 1.800 m de sondeos, observándose un importante aumento del tamaño o potencia instalada de las bombas de calor, pasando de pequeño proyectos en viviendas unifamiliares a instalaciones más grandes en el sector industrial y terciario.

Energía geotérmica en la Comunidad de Madrid. Diciembre 2013

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Potencia instalada (kW)	487	1.698	3.201	1.891	2.398	2.750	12.425
Instalaciones	19	40	48	55	68	59	289
Nº sondeos	53	342	365	276	324	387	1.747

La potencia instalada a lo largo de los últimos cinco años supone un incremento muy notable, teniendo en cuenta que en 2008 apenas se alcanzaba 1 MW de potencia geotérmica instalada en toda la región.



Solicitud de autorizaciones para instalaciones geotérmicas en la Comunidad de Madrid. Diciembre 2013

Número de perforaciones para uso geotérmico en la Comunidad de Madrid. Diciembre 2013

El esfuerzo desde la Administración autonómica y el auge de la rehabilitación energética han permitido alcanzar estos resultados, que corroboran el buen camino de la política energética regional hacia un parque de instalaciones geotérmicas más amplio y de mayor calidad.

Esta tercera edición de “Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica”, que se presenta en el IV Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria – GeoEner 2014, recoge una serie de proyectos con los que se pretende mostrar la evolución y desarrollo que está sufriendo el aprovechamiento de este tipo de energía en nuestra región.



Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica 3



Proyectos



Proyectos

Aprovechamiento geotérmico en un edificio terciario en Majadahonda



Instalación de climatización geotérmica en la nueva sede de la Fundación Recal en Majadahonda

Lugar: C/ Físicos, 4

Municipio: Majadahonda

Fecha de puesta en marcha: 2014

Participantes:

- Girod Geotermia
- Esak, S.A.
- Perforaciones Jofer, S.L.

Campo de captación

El campo de captación energético está constituido por cinco perforaciones verticales de 140 m cada una, separadas ocho metros entre sí. El sistema de perforación empleado fue mediante carro perforador de doble cabezal con capacidad de entubación simultánea y recirculación de lodos (sistema directo).



Los captadores energéticos empleados fueron de la marca sueca Muovitech modelo TurboCollector™ PE100 PN16 SDR11 ø40. Estos captadores energéticos se caracterizan por tener un estriado interno que mejora la captación energética por unidad de longitud.

Descripción

La nueva sede de la Fundación Recal está constituida por dos edificios prefabricados más un tercer módulo para cuarto técnico cuyo sistema de distribución se montó en fábrica y está formado por suelo radiante. Como sistema de generación se ha optado por una bomba de calor geotérmica unida a un campo de captación mediante perforaciones verticales. Todo ello suministrará calefacción y agua caliente sanitaria.



Equipos instalados

La bomba de calor geotérmica instalada fue de la marca Thermia, modelo Solid Eco 42 más dos tanques de agua caliente sanitaria también de la marca Thermia, modelos KBH 1000/210.



Las características técnicas de esta bomba de calor geotérmica son:

- Potencia nominal: 41,4 kW (EN14511, B0W35).
- Rendimiento (COP): 4,34 (EN14511, B0W35).
- Control de dos curvas de calor.
- Bombas de circulación de circuitos primario y secundario de velocidad variable de clase energética A.
- Doble condensador.
- Refrigerante R-410-A.
- Válvula de expansión electrónica.
- Trifásica 400 V 3-N.



Las necesidades energéticas del edificio son:

Calefacción y ventilación	57.330 kWh/año
ACS	17.818 kWh/año

Los consumos de la bomba de calor y de las bombas de circulación son los siguientes:

Bomba de calor	15.231 kWh/año
Bombas circulación	568 kWh/año

Por tanto, el rendimiento global de la instalación tiene un SPF de 4,76.

Ello supone un ahorro energético del 79%.



Gracias al doble condensador (hot gas) de la bomba de calor, la producción del agua caliente sanitaria es sumamente eficiente y con una alta disponibilidad, pudiéndose garantizar el suministro de la elevada demanda que tiene previsto el edificio.

2 Sistema geotérmico en vivienda unifamiliar con piscina interior climatizada en Boadilla del Monte



Sistema geotérmico en vivienda unifamiliar con piscina interior climatizada en Boadilla del Monte

Lugar: Las Lomas

Municipio: Boadilla del Monte

Fecha de puesta en marcha: 2012

Participantes:

- Akiter Renovables, SL
- Jalman Arquitectos, SLP
- Perforaciones Jofer

Descripción

El estudio de arquitectura Jalman Arquitectos, SLP desarrolló, a partir del año 2010, la gestión integral de un proyecto llave en mano de construcción de vivienda unifamiliar de 526 m² de superficie útil con piscina interior climatizada, ubicada en la Urbanización Las Lomas de Boadilla del Monte.

La concepción del proyecto consistía en la ejecución de una vivienda unifamiliar sostenible que satisficiera las expectativas de habitabilidad y confort del cliente.

El comportamiento energético del edificio se simuló con el programa reconocido Calener, donde el estudio de Calificación Energética nos daba los siguientes resultados de energía térmica de calor y de frío:

Demanda de calefacción = 41.262 kWh/año
Demanda ACS = 5.054 kWh/año
Demanda de refrigeración = 12.314 kWh/año

El sistema de climatización seleccionado consiste en la producción de frío y calor mediante bomba de calor geotérmica, acoplada a intercambiadores de calor geotérmicos verticales en bucle cerrado, que proporciona servicio al suelo radiante/refrescante de la vivienda, al calentamiento del agua del vaso de la piscina interior y a la climatización del ambiente de la piscina por medio de una batería de agua alojada en la deshumectadora instalada.

El campo de captación se dimensionó mediante simulación a 25 años de funcionamiento, realizada con el programa EED, en función de las características hidrogeológicas del terreno y las demandas térmicas de la vivienda.

Se diseña una instalación de producción de frío y calor mediante bomba geotérmica de alta eficiencia con una potencia nominal de 33,6 kW que cubre las cargas térmicas máximas de la vivienda cuantificadas en 31 kW.

Como único sistema de emisión se decide utilizar suelo radiante / refrescante como solución idealmente compatible para trabajar a baja temperatura, utilizando bombas de calor, y obteniendo el máximo rendimiento global del sistema. Cabe destacar que gracias al elevado aislamiento de la envolvente y a las medidas pasivas bioclimáticas de la construcción, el suelo refrescante no requiere de ningún otro sistema de apoyo para alcanzar el grado de confort exigido.

Instalación

El campo de captación ejecutado lo componen 5 sondeos, con configuración en línea, a una separación entre ejes de 8 m, profundidad de 125 m cada uno, sondas de PE100 de doble bucle de 4x32 mm e inyección de mortero geotérmico de alta conductividad.

El terreno predominante son arcillas y arenas en capas alternas, con el nivel freático a una cota de 22 m de profundidad y una temperatura media del subsuelo hasta los 125 m de 17,7 °C.

En el cuarto técnico ubicado en planta semisótano, se albergan los siguientes equipos responsables de la producción de frío y calor que satisface las demandas térmicas de la vivienda:

- Bomba de calor geotérmica Vaillant, modelo Geotherm Pro VWS 300/2 con una potencia nominal de 33,6 kW y COP 5 (B5W35 ΔT=5K conforme EN 14511).
- Modulo de reversibilidad de frío activo Vaillant, modelo ACM46.
- Depósito de inercia de 300 litros, de frío y calor que alimenta los circuitos de suelo radiante/refrescante.
- Depósito de estratificación MSS de 800 litros, que cubre las demandas de agua caliente sanitaria durante todo el año y acondicionamiento de piscina interior.
- Deshumectadora bomba de calor Ciatesa, modelo BCP junior 30, con una potencia de deshumidificación de 5,1 kg/h y potencia de calefacción de la batería de agua de 5,34 kW con agua a 45 °C extraída del depósito de estratificación.
- Set de calentamiento del vaso de piscina compuesto por intercambiador de placas de acero inoxidable, con una potencia de 15 kW para agua procedente del depósito de estratificación a 35 °C.
- Regulación electrónica Vaillant provista de sonda de temperatura exterior, sondas de inmersión en depósitos y sondas en tuberías.

■ Beneficios – Conclusiones ■

En el periodo de funcionamiento transcurrido hasta la fecha, el usuario final ha disfrutado de un elevado nivel de confort tanto en el disfrute de la vivienda como en el de la piscina, manteniendo durante los meses más fríos de invierno

temperaturas interiores de 22 °C y 30 °C respectivamente, a un bajo coste de utilización.



Los ahorros producidos por el sistema geotérmico en comparación con un sistema convencional con caldera de gasóleo, más enfriadora y paneles solares para el cumplimiento del CTE, son de aproximadamente el 50% en emisiones de CO₂, y unos ahorros económicos anuales de 3.956 euros.



Características de la instalación

Captación geotérmica (nº sondas)	5x125 m
Potencia total instalada	33,6 kW
Estimación energía demandada	58.719 kWh/año
Emisiones CO ₂ solución geotérmica	6.498 kg CO ₂ / año
Emisiones evitadas respecto sistema convencional con solar	6.441 kg CO ₂ / año
Ahorro económico anual	3.956 €

3

Nueva sede de la Agencia Tributaria en Torrejón de Ardoz



Vista general del edificio desde el ángulo sur este

Nueva sede de la Agencia Tributaria en Torrejón de Ardoz

Lugar: C/ Joaquín Blume, 12

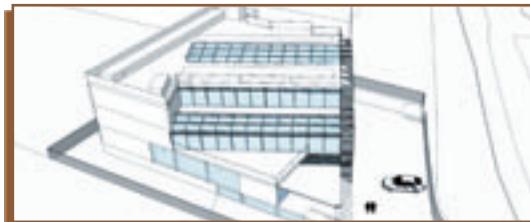
Municipio: Torrejón de Ardoz

Propiedad: Agencia Estatal de Admon. Tributaria

Proyecto: Eneres Sistemas Energéticos Sostenibles

de aislamiento ante la transmisión por conducción y también por radiación.

Presenta buena estanqueidad, con entradas de luz controladas según la orientación.

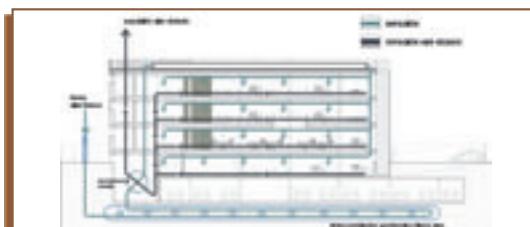


Vista general de la cubierta y la fachada sur del edificio, superficies captadoras

Se aprovecha la capacidad termodinámica de la masa construida del edificio. Soleras, forjados, muros y estructura se encierran en la envolvente aislada y se utilizan como un mecanismo inercial de acumulación para la climatización.

Se plantea un sistema muy eficiente de intercambio de energía y pretratamiento geotérmico en el proceso de renovación de aire, asociado al uso de intercambiadores de energía de hasta el 75% de rendimiento.

También se plantea la incorporación de paneles solares de aire para el pretratamiento del aire de renovación antes de entrar en las UTAS, así como la toma de aire a través de un intercambiador geotérmico tierra-aire.



Esquema del sistema de pretratamiento geotérmico y recuperación de energía en la renovación del aire

El edificio está situado a unos 600 m sobre el nivel del mar, en Torrejón de Ardoz, con un clima continental mediterráneo típico de la meseta central. El microclima que afecta al edificio está determinado por su ubicación en la vega del río Henares, que conducirá una corriente de aire más frío que el circundante, y es determinante para fijar las estrategias pasivas de relación con el entorno.

El terreno sobre el que se asienta tiene una composición de rellenos y estratos limosos hasta 7 m de profundidad, con presencia de agua desde los cuatro metros, en una situación hidrostática, sin movimiento.

En estas condiciones, las cargas térmicas que debe soportar el edificio serán las que genere el impacto del clima exterior y las del propio uso del edificio, en particular las cargas debidas a los sistemas de iluminación y a las personas.

Es un edificio más cerrado hacia las orientaciones más desfavorables, con un grado elevado

Se incorporan lucernarios de geometría estudiada para captar el sol de invierno y rechazar

el sol de verano, resolviendo la ventilación pasiva nocturna de verano.

La acción combinada de todas estas estrategias pasivas, supondrá una reducción de la demanda energética entre el 55% y el 65%, respecto a un edificio resuelto con parámetros y exigencias convencionales.

Cobertura de la demanda energética del edificio con el mínimo consumo

Una vez reducida al mínimo la demanda energética, las estrategias que se plantean para obtener el máximo rendimiento energético con el mínimo consumo son:

Geotermia. Se utiliza el terreno como medio de intercambio de energía en un sistema cerrado con bomba de calor geotérmica. La presencia de agua en el subsuelo favorece la capacidad y el rendimiento del intercambiador.



Esquema de los sistemas de intercambio geotérmico y de climatización mediante lasas termoactivas

Climatización termoactiva. Se utiliza la masa construida de los forjados del edificio como elementos emisores y absorvedores de energía para climatizar el edificio, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración.

La reducción de consumos que supone la aplicación de estos sistemas se estima en un 60% respecto a sistemas convencionales con bomba de calor aire-aire.

Gestión operativa y mantenimiento

El edificio se dota de sistemas básicos de gestión y control proyectados para actuar según

criterios de máxima eficiencia y confort, dispositivos para la medida y verificación de los ahorros reales de energía y agua y cuantificación de las reducciones de emisiones.

Costes de ejecución, explotación, ciclo de vida y ahorro

El edificio está concebido desde la economía, como un dispositivo eficiente en el intercambio térmico, como una máquina diseñada para optimizar el aprovechamiento de la energía disponible en el medio que le rodea, tomando de él todo aquello que en términos energéticos le interesa y rechazando lo que no le interesa, resolviendo un triple objetivo:

1. Reducir la demanda energética al mínimo, aprovechando recursos gratuitos del medio.



Esquema del sistema de refrigeración pasiva mediante la interacción de la ventilación y la inercia

2. Resolver la cobertura energética con el mínimo consumo aprovechando recursos gratuitos del edificio y del medio.
3. Resolver la gestión operativa y el mantenimiento del edificio para cumplir con los objetivos de eficiencia.

Se trata, pues, de un edificio cuyo presupuesto de ejecución material no está afectado por integrar sistemas eficientes.

Los consumos previstos son inferiores a 60 kWh/m² año, lo que supone una reducción superior al 75% respecto a los consumos de edificios administrativos estándar del mismo uso.

La reducción de costes de mantenimiento es superior al 60%, con un importante aumento del confort higrotérmico, el confort operativo y la interactividad térmica entre edificio y usuarios.

4

Residencial Arroyo Bodonal. Climatización geotérmica



Edificio Residencial Arroyo Bodonal

Proyecto Emblemático con Sondas Verticales Uponor PEX

Municipio: Tres Cantos

Fecha de puesta en marcha: 2014

Participantes:

- Uponor
- Acre Arquitectura
- Sacyr Industrial
- Vaillant
- Grupo Render

Descripción

- El Proyecto “Arroyo Bodonal” se compone de un edificio residencial con 80 viviendas y 8 locales. Considerado como proyecto emblemático en el ámbito de la eficiencia, contará con clasificación energética A y perseguirá obtener el certificado LEED de construcción sostenible.
- La aplicación de esta energía renovable y las medidas pasivas aplicadas, como un sistema de cerramiento con fachada ventilada y doble aislamiento, entre otras, permitirán un ahorro energético anual previsto de entre un 70 y un 80 por ciento; es decir, unos 481.863 kWh menos al año. Este ahorro traducido a euros supone un montante de 75.000 € anuales menos de coste para el edificio y de unos 1.000 € menos al año por familia. En

cuanto a emisiones, está previsto que el edificio logre una reducción de entre 110-115 toneladas anuales respecto a un edificio convencional.

- El diseño ha seguido criterios de construcción sostenible y se basa en aprovechar la energía geotérmica para alimentar las instalaciones de agua caliente y climatización: calefacción por suelo radiante y refrigeración también por suelo. Además, en términos de reducción de consumo de agua, el edificio estará equipado con sistemas de recuperación de aguas grises y recolección de agua de lluvia para su uso en riego de zonas verdes.



Detalle de la instalación de la sonda Geo Uponor PEX



Instalación de suelo radiante

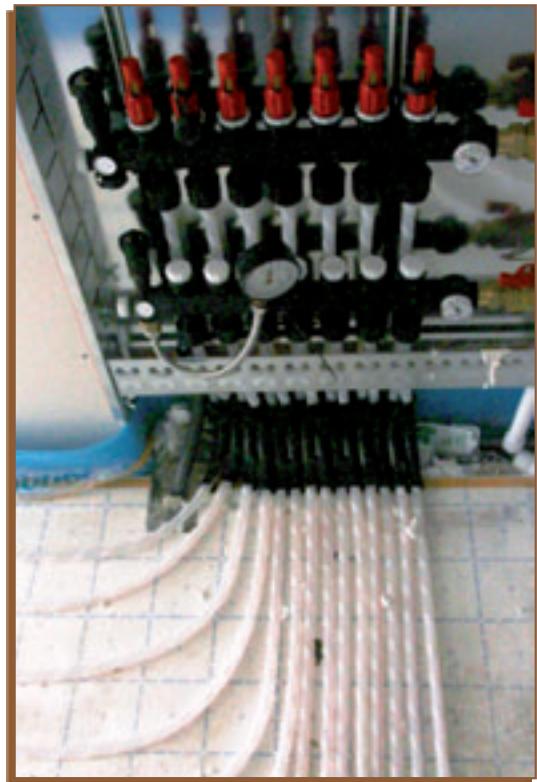
- Destacar las ventajas de la gama Uponor geotermia, además del uso de materiales tecnológicamente punteros adaptados a las necesidades de cada proyecto.



Detalle de ejecución de las perforaciones geotérmicas

Ficha técnica

INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN GEOTÉRMICA	
Potencia Geo calefacción	445 kW
Potencia Geo cooling	390 kW
Nº de captadores verticales	47 sondas Uponor PEX 137 metros
Conexiones horizontales	2.500 metros Uponor PEX
Bombas de calor	8 unidades Vaillant Modelo VWS 460/2 en cascada Potencia demandada
Emisor calefacción	30 W/m ² Suelo radiante Uponor Potencia demandada
Emisor refrigeración	25 W/m ² Suelo radiante Uponor



Detalle de colectores y circuitos del emisor radiante

5

Aprovechamiento geotérmico en un edificio residencial en Madrid



Instalación de climatización geotérmica en el edificio de Misioneros de África situado en Madrid

Lugar: C/ Liebre, 25

Municipio: Madrid

Fecha de puesta en marcha: octubre 2012

Participantes:

- Girod Geotermia
- Thermia
- Muovitech
- Esak, S.A.
- Perforaciones Jofer, S.L.
- Onoka Arquitectos

Descripción

Los Misioneros de África Padres Blancos construyeron este nuevo edificio para dar alojamiento a los misioneros que retornan. Se trata de una edificación de 1.200 m² a climatizar situado dentro del casco urbano de la ciudad de Madrid.



El edificio demanda calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, y el sistema de distribución es mediante suelo radiante-refrescante.

Campo de captación

La planta del edificio ocupa la práctica totalidad de la parcela, por lo que el área disponible para llevar a cabo las perforaciones verticales era muy escasa. Por esta razón se ejecutaron dichas perforaciones debajo de la estructura del edificio, una vez hecho el vaciado de la parcela.

Se realizaron catorce perforaciones de 120 metros cada una, separadas siete metros.



La unión de las catorce perforaciones se realizó en una arqueta prefabricada.



Los captadores energéticos empleados fueron de la marca sueca Muovitech modelo TurboCollector™ PE100 PN16 SDR11 ø40. Estos captadores energéticos se caracterizan por tener un estriado interno que mejora la captación energética por

unidad de longitud, con una menor pérdida de carga que los captadores convencionales.

Equipos instalados

La potencia necesaria para calefacción es de 100 kW y para refrigeración es de 80 kW. Para ello, se han instalado dos bombas de calor Thermia, modelos Robust 42 en cascada. Para el agua caliente sanitaria se han colocado dos tanques de 1.000 litros cada uno, más un tanque de 800 litros de inercia en frío.

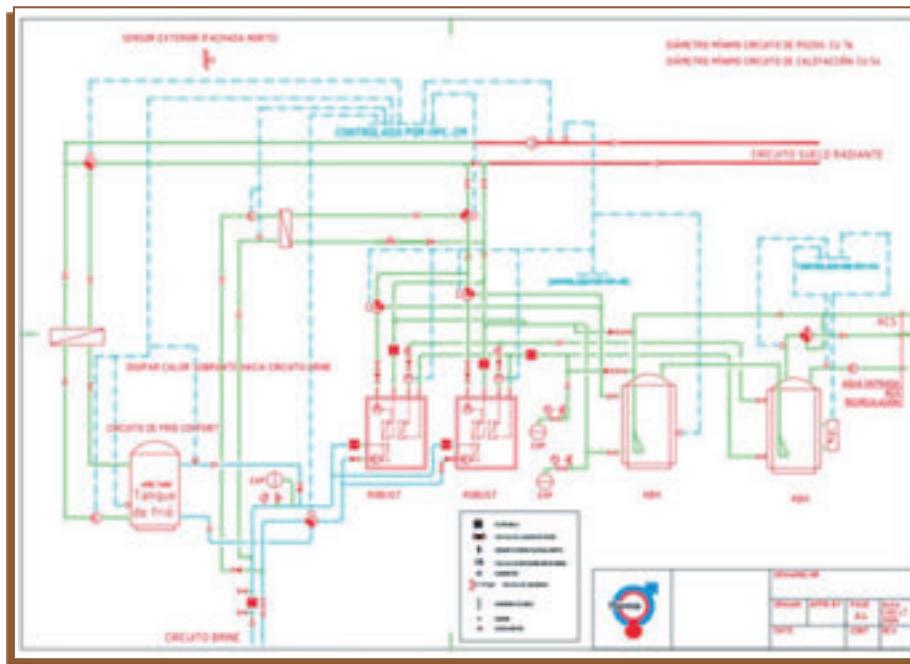
Esta instalación tiene la capacidad de producir agua caliente sanitaria a la vez que se está suministrando frío al edificio, por lo que la producción del ACS se puede considerar como gratuita en dichos momentos de funcionamiento de frío.



Durante los primeros 18 meses de funcionamiento, el consumo energético de la instalación geotérmica fue de 49.368 kWh, habiéndose aportado un total de 243.384 kWh al año.



Ello supone un rendimiento global anual (SPF) de 4,93 y un ahorro energético del 80%.



6

Instalación de sistema geotérmico en vivienda unifamiliar



Figura 1. Infografía urbanización cooperativa EAI310

Instalación de climatización geotérmica para la climatización de una urbanización de 220 viviendas

Municipio: Madrid

Fecha de puesta en marcha: 2015

Participantes:

- Cooperativa EAI310
- EAlarquitectura S.L.P.
- IFTEC GeoEnergía S.L.
- Ferrovial Agroman S.A.U.
- Geoter, Geothermal Energy S.L.

Descripción

En la parcela de la antigua Gerencia Municipal de Urbanismo de Madrid, situada entre la calle Guatemala y la Avenida Alfonso XIII, se está llevando a cabo la construcción de una urbanización de 220 viviendas distribuidas en varios portales y edificios. El promotor de dicha urbanización, la cooperativa EAI310, ha optado por un sistema geotérmico para cubrir la mayor parte de las demandas de refrigeración y calefacción del conjunto de viviendas, así como realizar un precalentamiento del agua caliente sanitaria. La obra dio comienzo en noviembre

de 2013 y la entrega de las viviendas está prevista para diciembre de 2015.

Campo de captación

El sistema proyectado es un sistema geotérmico cerrado vertical de muy baja entalpía en combinación con bomba de calor, que para suministrar calefacción o refrigeración realiza un intercambio de energía térmica con el subsuelo.

Este intercambio se realiza a través de la circulación de agua enfriada o calentada a través de un total de setenta sondeos geotérmicos. El agua enfriada o calentada procede del aporte o eliminación de calor al/del edificio que se consigue mediante la utilización de la bomba de calor geotérmica (BCG).



Figura 2. Labores de perforación de los sondeos geotérmicos

FICHA DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

Nº perforaciones	70 de 125 m
Separación mínima	6 m
Sonda	Doble U PEX-a 32 mm
Mortero termoconductor	$\lambda = 2,1 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$
Ejecución	1,5 días/pozo
Método de ejecución perforaciones	Rotación con lodos
Terreno	Arenas + arcillas
Conductividad del terreno real	
*Test de Respuesta Geotérmica realizado por Geothermal Energy S.L.	$\lambda = 1,986 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$
Conexionado Horizontal (CH)	Retorno invertido
Método de ejecución CH	Electrofusión
Producción anual estimada	> 525 MWh/año
Presupuesto del sistema geotérmico con bomba de calor	818.000 €
Ahorro en coste de instalación convencional	180.000 €
Coste evitado de una instalación solar térmica	442.000 €
Sobrecoste de la instalación geotérmica	196.000 €
Amortización	< 7 años

Tabla 1. Ficha del proyecto geotérmico

El concepto energético y los flujos de calor desde y hacia el campo de los sondeos geotérmicos se refleja en la Figura 4. Como se puede observar, la disipación de calor hacia el terreno es mayor a la extracción de calor. Para balancear el equilibrio térmico en el terreno

y optimizar el uso del sistema geotérmico, se aplica la bomba de calor también para precalentamiento de ACS.



Figura 3. Labores de perforación de los sondeos geotérmicos

Las ventajas del sistema geotérmico frente a otros sistemas convencionales son principalmente: que es una fuente de energía renovable e inagotable, que no existen procesos de combustión que generen CO₂, y los ahorros esperados. Los altos rendimientos garantizados del sistema supondrán un 60% de ahorro en factura de climatización para los usuarios finales.

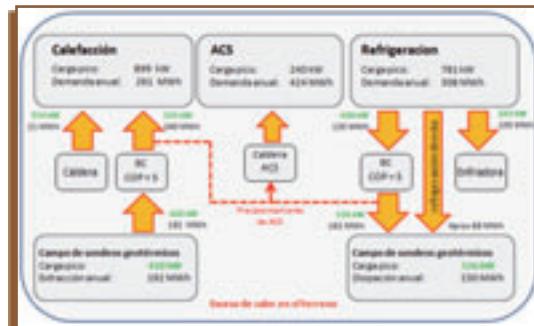


Figura 4. Concepto energético con datos energéticos
Nota: BC = bomba de calor

El campo de sondeos geotérmicos consta de 70 perforaciones con sonda doble PEX-a de diámetro 32 mm con una profundidad de 125 m.

7 Sistema de intercambio geotérmico para la climatización de la nueva biblioteca de los Hermanos Maristas



Fuente: CIP Arquitectos

Sistema de intercambio geotérmico para la climatización de la nueva Biblioteca de los Hermanos Maristas

Municipio: Alcalá de Henares

Fecha de puesta en marcha: 2012

Participantes:

- Telur Geotermia y Agua
- CIP Arquitectos
- Grupo Ortiz
- Edasu, S.L.

Descripción

El sistema de climatización de la nueva Biblioteca de los Hermanos Maristas en Alcalá de Henares se basa en un sistema de intercambio geotérmico (IG) en circuito cerrado vertical con dos bombas de calor agua/agua. El sistema de IG proyectado cubre el 98% de la demanda de calefacción y el 85% de la demanda de refrigeración del edificio.

BOMBAS DE CALOR CONECTADAS A CIRCUITO IG

Potencia calefacción (kW)	120 ¹ (= 60 kW x 2 ud)
	94% sobre carga punta
Potencia refrigeración (kW)	90 ² (= 45 kW x 2 ud)
	70% sobre carga punta

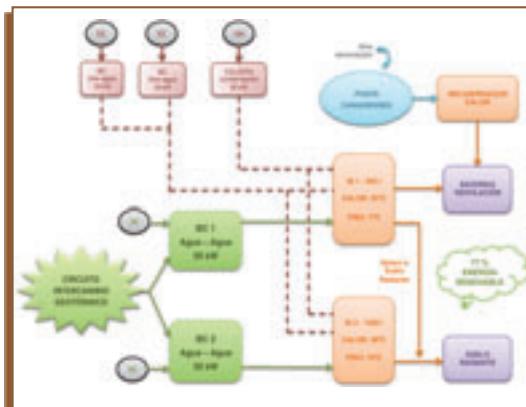
EQUIPOS DE GENERACIÓN DE APOYO

Caldera de gas natural de condensación	30 kW
Bomba de calor aire-agua	30 kW (=15 kW x 2 ud)

Las puntas de demanda del edificio, en condiciones exteriores extremas, se cubren con dos bombas de calor aire/agua y una caldera de gas natural de condensación.

Las bombas de calor del sistema de IG alimentan sendos depósitos de inercia a distintas temperaturas de trabajo. Un depósito suministra a los suelos radiantes (en torno a 1.000 m²) y otro se destina a la climatización del aire de renovación del edificio y a la cobertura de puntas:

- **Suelo radiante.** Se produce a una temperatura de consigna de 38 °C en invierno y 15 °C en verano. Con estas temperaturas de trabajo se logra incrementar notablemente los rendimientos de la enfriadora. Así, en modo calor, el COP de 4,7 a una temperatura de condensación de 45 °C, se incremente hasta 5,2 al reducir 5 °C la temperatura de salida.
- **Baterías de ventilación agua-aire.** El aire primario se renueva a través de un sistema de pozo canadiense y recuperador de calor conduciéndose a las baterías de climatización. Las baterías están alimentadas por la segunda enfriadora que trabaja a unas temperaturas de producción en calefacción de 45 °C y en refrigeración de 7 °C.



¹ Temperatura de salida de evaporador 12 °C y temperatura de salida de condensador 45 °C. Condiciones de funcionamiento real de la máquina que trabaja a mayor temperatura.

² Temperatura de salida de evaporador 7 °C y temperatura de salida de condensador 35 °C.

Sistema de intercambio geotérmico

Para el dimensionamiento del sistema se ha realizado una caracterización termogeológica e hidrogeológica completa del terreno. En enero de 2011 se perforó un sondeo piloto de 100 m de profundidad. La serie atravesada se inicia con 4,5 m de depósitos aluviales cuaternarios y continúa con una monótona serie de arcillas plásticas marrones con una baja proporción de arena. La permeabilidad del conjunto es baja - muy baja y el caudal aflorado al término de la perforación es de 1.000 l/h. El nivel estático se sitúa a 5,5 m de profundidad.

El sondeo se equipa con tubería de PE100 SDR11 PN16 4 x ø 32 mm para el circuito del IG. Para el control piezométrico se instala una tubería de PVC de ø 40 mm ciega desde 0-20 m de profundidad y ranurada desde los 20 hasta los 100 m. El anular se rellena con grava silícea calibrada 3-5 mm desde 100 m a 15 m. Se realiza un sellado ambiental desde los 15 m hasta la superficie mediante la inyección de lechada de cemento mejorada con árido silíceo.

El 1 de febrero de 2011 se realiza una diagrafía de temperatura del sondeo a través de la tubería piezométrica. La temperatura base del terreno es de 19 °C. El ensayo TRT, realizado a continuación con una duración de 68 horas, proporciona una conductividad térmica del terreno de 1,8 W/mK.

PARÁMETROS DISEÑO

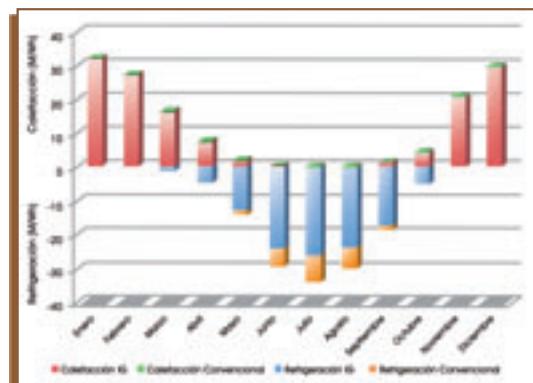
Rango de temperaturas del fluido	5 °C - 30 °C
SPF calefacción -- refrigeración	4,3 – 4,5
Fluido intercambio	Agua
Separación sondeos	7 m
Tipo intercambiador	PEAD 4 x ø 32 mm x 3 mm
Conductividad relleno sondeo	1,7 W/mK

CARACTERÍSTICAS CIRCUITO

Longitud del circuito	2.160 m
Nº sondeos	18
Profundidad media	120 m

La temperatura mínima de diseño se limita a 5 °C evitando el uso de glicol en el circuito. Se mejora el rendimiento global del sistema IG, reduciendo el coste de mantenimiento y minimizando cualquier posible afección al medio ambiente.

Operación



La monitorización instalada proporciona un registro completo diezminutario de las variables controladas desde el 1 de diciembre, siendo el rendimiento estacional medio del sistema (SPF) del invierno transcurrido de 4,4.

Durante el periodo de funcionamiento estudiado no se han puesto en marcha los equipamientos auxiliares de producción. Consecuentemente, todo el edificio se abastece desde el sistema de intercambio geotérmico y el aporte de energía renovable supone el 77% del total de energía consumida por el edificio en climatización.

	Energía captada terreno	Energía dada al edificio	Energía eléctrica consumida	SPF
días	kWh	kWh	kWhe	
Diciembre 2012	31	14.804	19.166	4.362
Enero 2013	31	17.441	22.413	4.972
Febrero 2013	28	13.117	17.183	4.066
Marzo 2013	26	9.890	12.923	3.033
GLOBAL	116	55.252	71.685	16.433
				4,4



Fuente: CIP Arquitectos

8

Sistema geotérmico para la climatización de la residencia del embajador de Austria en Madrid



Figura 1. Labores de perforación de los sondeos geotérmicos

Sistema geotérmico para la climatización de la residencia del embajador de Austria en Madrid

Municipio: Madrid

Fecha de puesta en marcha: 2014

Participantes:

- Embajada de Austria
- Arquired
- Geoter, Geothermal Energy S.L.
- Tepuy Ingeniería S.A.
- Sondeos del Norte S.A.
- Clysema S.A.

Descripción

La Embajada de Austria en España necesitaba rehabilitar la Residencia del Embajador, en el madrileño barrio de Mirasierra, y dada la gran concienciación por el ahorro de energía y el

medio ambiente, optó por primar en el proyecto los criterios de eficiencia energética.

Por tanto, con el fin de mejorar la eficiencia energética de la misma, se ha optado por un sistema geotérmico cerrado vertical de muy baja entalpía en combinación con bomba de calor que, para suministrar calefacción, refrigeración y ACS, realiza un intercambio de energía térmica con el subsuelo.

Los beneficios obtenidos son considerables:

- Ahorro energético para un posterior ahorro económico.
- Simplificación del sistema de producción: la bomba de calor es capaz de producir calefacción, refrigeración y ACS. En la Residencia del Embajador existían varios sistemas de producción (caldera de gas, equipos de VRV), lo que implicaba inefficiencia, varios mantenimientos y complicación con el control.
- Mayor confort.
- Sin procesos de combustión que generen CO₂.

Campo de captación y sala técnica

Se trata de una instalación geotérmica de baja entalpía con un sistema de bomba de calor geotérmica (BCG) de 44 kW, con captación en circuito cerrado, para dar cobertura a la demanda de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS). También se ha cambiado el sistema de distribución interior. Los radiadores convencionales han sido sustituidos por fan coils.

El intercambio geotérmico se realiza a través de la circulación del agua enfriada o calentada a través de un total de seis sondeos geotérmicos con sonda doble PE100 de diámetro 32 mm de 115 m de profundidad media. El agua enfriada o calentada procede del aporte o eliminación de calor al/del edificio que se consigue mediante la utilización de la bomba de calor geotérmica (BCG).

FICHA DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

Nº perforaciones	6 de 115 m
Separación mínima	> 4,5 m
Sonda	Doble U PEX100 32 mm
Mortero termoconductor	$\lambda = 2,1 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$
Método de ejecución perforaciones	Rotación con lodos
Terreno	Arenas + arcillas
Conexionado Horizontal (CH)	Colector
Método de ejecución CH	Electrofusión
Bomba de Calor Geotérmica (BGC)	44 kW
Depósito de Inercia Calor	1.000 l
Depósito de Inercia Frío	1.000 l
Depósito de ACS	1.000 l
Fan Coils (4 tubos)	24 unidades
Producción anual estimada	90 MWh/año
Presupuesto	100.000 €
Amortización	< 8 años

Tabla 1. Ficha del proyecto geotérmico

El proyecto contenía otras medidas de mejora energética de la vivienda como la renovación de todas las ventanas y cristales por otros de muy alta eficiencia, y la mejora del aislamiento de la envolvente y el tejado. Estas medidas van a permitir un uso más eficaz de la instalación geotérmica, y un mayor rendimiento del sistema facilitando así el equilibrio térmico con el terreno.



Figura 2. Labores de perforación de los sondeos geotérmicos I



Figura 3. Labores de perforación de los sondeos geotérmicos II



Figura 4. Labores de perforación de los sondeos geotérmicos III

9

Aprovechamiento geotérmico en vivienda unifamiliar en Madrid



Instalación de climatización geotérmica en una vivienda unifamiliar situada en Madrid

Municipio: Madrid

Fecha de puesta en marcha: 2012

Participantes:

- Girod Geotermia
- Esak, S.A.
- Perforaciones Jofer, S.L.

La vivienda consta de 800 m útiles a climatizar con grandes volúmenes de aire al disponer de salones de doble altura y grandes superficies acristaladas.



Los tipos de suelo que presenta la vivienda son de tipo porcelánico y madera, por lo que las temperaturas de impulsión son diferentes en cada caso y controladas por el ordenador de la bomba de calor. El sistema de distribución es mediante suelo radiante-refrescante y fan-coils de suelo en planta baja y fan-coils de techo en primera planta.

Descripción

El principal mercado de la climatización mediante bomba de calor geotérmica a día de hoy es en el sector residencial, y más concretamente en viviendas unifamiliares, donde se apuesta por un sistema eficiente, ecológico y de bajo coste de explotación y mantenimiento.

Es el caso de esta vivienda ubicada en Madrid en la que han apostado por una bomba de calor geotérmica que suministra calefacción por suelo radiante, refrigeración por suelo refrescante con apoyos de fan-coils en aquellas zonas de mayor demanda de refrigeración, y agua caliente sanitaria. Además, existe la posibilidad de alargar la temporada de uso de la piscina exterior al utilizarse como foco donde disipar energía sobrante cuando se está produciendo frío y el ACS no admite más energía. Esto es debido a que el sistema propuesto es capaz de enfriar la vivienda y aprovechar el calor sobrante para la producción de agua caliente sanitaria, por lo que se puede hablar de ACS gratis durante el periodo estival.

Campo de captación

El campo de captación está formado por cinco perforaciones verticales de 140 m cada una y separadas 8 m entre sí. Están rellenas con mortero de cemento-bentonita para un sellado completo de las mismas.

Los captadores empleados fueron de la marca Muovitech, modelo TurboCollector™ en configuración de U Simple PE100 Ø40x3,7 mm PN16 SDR11, que proporciona una mayor captación por metro de perforación gracias a su sistema interno de microaletras que generan un régimen turbulento interior mayor a los conseguidos con los captadores convencionales.



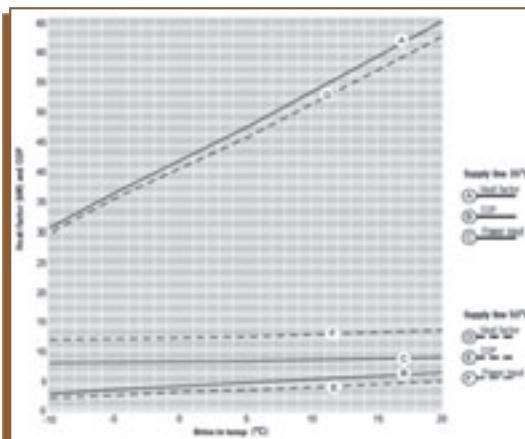
Equipos instalados

La bomba de calor geotérmica instalada es de la marca sueca Thermia, modelo Robust Eco 42 que presenta las siguientes características:

Potencia nominal	42,0 kW (EN14511, B0W35)
Rendimiento (COP)	4,7
Medidas (LxAxH)	690x596x1.497

- Control de ocho curvas de calor.
- Bombas de circulación de circuitos primario y secundario de velocidad variable de Clase A.
- Doble condensador.
- Refrigerante R-410-A.
- Válvula de expansión electrónica.
- Trifásica 400 V 3-N.

Para otras temperaturas del terreno, se tienen las siguientes potencias y rendimientos:

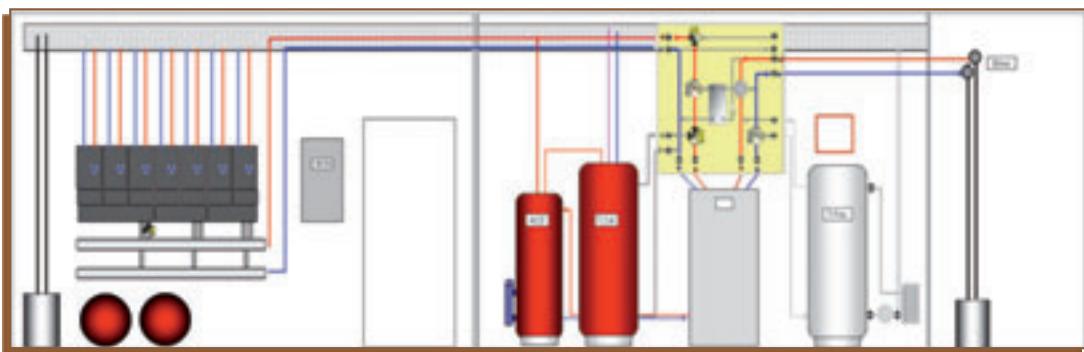


Para la acumulación del agua caliente sanitaria se instalaron dos tanques Thermia modelos KBH de 500 litros y 220 litros, estando conec-

tado el hot gas a éste último para garantizar un suministro constante a la vivienda.



Para el suministro de refrigeración, se instaló un tanque de inercia de 600 litros, no siendo necesaria la instalación de un tanque de inercia para calefacción, ya que ésta se ha sustituido por control mediante el ordenador de la bomba de calor.



10

Sistema geotérmico para la climatización de la Ciudad BBVA



Figura 1. Infografía I

Sistema geotérmico para la climatización de la Ciudad BBVA

Municipio: Madrid

Fecha de puesta en marcha: finales 2014

Participantes:

- BBVA S.A.
- Geoter, Geothermal Energy S.L.
- Acciona S.A.

Descripción

El barrio de Las Tablas ha sido el lugar seleccionado por el BBVA para la construcción de la Nueva Sede del Banco, de 114.000 m² de oficinas para 6.000 trabajadores. La sede contará con numerosos jardines y servicios.

El edificio principal, denominado por los vian-dantes "La Vela", con un total de 19 plantas en 93 metros de altura, ha sido proyectada por los arquitectos Jacques Herzog y Pierre de Meuron, y es la construcción más emblemática del complejo.

Para la generación de la energía base de climatización (calefacción y refrigeración) del complejo, y con la filosofía de BBVA del máximo confort de los trabajadores en equilibrio con la eficiencia energética y el medio ambiente, se ha optado por un sistema geotérmico cerrado vertical de muy baja entalpía en combinación con bomba de calor, que para suministrar calefacción o refrigeración realiza un intercambio de energía térmica con el subsuelo.

Este intercambio se realiza a través de la circulación del agua enfriada o calentada a través de un total de setenta sondeos geotérmicos. El agua enfriada o calentada procede del aporte o eliminación de calor al/del edificio que se consigue mediante la utilización de la bomba de calor geotérmica (BCG).

El campo de sondeos geotérmicos consta de 20 perforaciones con sonda doble PE100RC de diámetro 32 mm con una profundidad de 100 m.

Se realizó un Test de Respuesta Geotérmica para verificar el campo de perforaciones, obteniendo una conductividad real del terreno de 2,05 W/m*K.

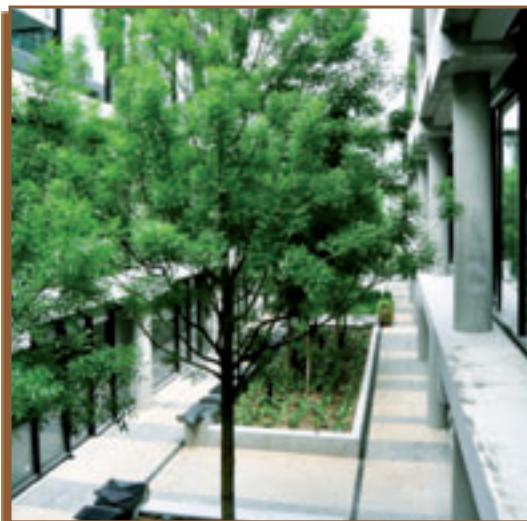


Figura 2. Infografía II



Figura 3. Labores de perforación de los sondeos geotérmicos

FICHA DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

Nº perforaciones	20 de 100 m
Separación mínima	6 m
Sonda	Doble U PE100RC 32 mm
Mortero termoconductor	$\lambda_m = 2,1 \text{ W/m}^*\text{K}$
Ejecución	1,5 días/pozo
Método de ejecución perforaciones	Rotación con lodos
Terreno	Arenas + gravas + arcillas
Conductividad Real (TRG)	$\lambda_t = 2,05 \text{ W/m}^*\text{K}$

Tabla 1. Ficha del proyecto geotérmico

Las ventajas del sistema geotérmico frente a otros sistemas convencionales son principalmente: que es una fuente de energía renovable e inagotable, que no existen procesos de combustión que generen CO₂, y los ahorros esperados, consecuencia de los altos rendimientos de los sistemas geotérmicos.

La energía geotérmica será la energía base del complejo, con una potencia prevista a instalar de 125 kW para calefacción y refrigeración.



Seis instalaciones de climatización geotérmicas en seis viviendas pareadas situadas en Valdebebas

Municipio: Madrid

Fecha de puesta en marcha: Febrero de 2014

Participantes:

- Esak S.A.
- Perforaciones Jofer S.L.
- Thermia
- Muovitech

Descripción

Las nuevas promociones de viviendas, dada la actual situación del mercado inmobiliario, han de presentar un valor añadido que las diferencie del resto de promociones y que las hagan más interesantes para los futuros compradores. Esto se consigue de diversas formas, entre ellas mediante el precio o mediante el aumento de la calidad o mediante la implementación de sistemas que aporten un claro beneficio al usuario final.

Este es el caso de la promoción de las viviendas de Valdebebas en las que se apostó por ofrecer a los clientes la posibilidad de instalar un sistema de climatización mediante bomba de calor geotérmica que aportase calefacción, agua caliente sanitaria y refrigeración, ya sea activa o pasiva. Además, las viviendas que contasen con piscina tenían la opción de alargar su temporada de uso.

Según las necesidades y gustos de cada propietario, se optó en unas por instalar sistema de frío pasivo –mediante el cual se aprovecha la temperatura del subsuelo que pasa directamente al sistema de distribución sin que se ponga en marcha la bomba de calor–, y en otras se optó por el frío activo en el que sí se pone en funcionamiento la bomba de calor para proporcionar frío.

El sistema de distribución está formado por suelo radiante-refrescante PEX-Gol de la empresa Esak que, unido al sistema geotérmico, forma la mejor combinación, ya que se trabaja a bajas temperaturas, tanto en verano como en invierno, consiguiendo de esta forma ahorros muy importantes en la factura de climatización y agua caliente sanitaria.

Además, gracias al modelo de bomba de calor elegido, en verano cuando se está produciendo frío activo, el calor sobrante se aprovecha para la producción de agua caliente sanitaria o el calentamiento de la piscina sin gasto adicional. Una de las viviendas optó por el alargamiento del uso de piscina.

Las viviendas tienen una superficie útil de 144 m² y todas las de la primera fase –seis en total- han optado por este sistema.

■ Campo de captación energética ■

La instalación de cada vivienda está formada por una perforación vertical de 130 m en la cual se introdujeron captadores energéticos de la marca MuoviTech, modelo Turbo Collector™. La empresa Perforaciones Jofer fue la encargada de llevar a cabo las perforaciones, la instalación de los captadores, relleno de las perforaciones con cemento-bentonita y prueba de presión.

Desde el año 2007, Perforaciones Jofer y Muovitech han venido colaborando en la aplicación de procedimientos y buenas prácticas en la ejecución de captación energética geotérmica.

Equipos instalados

La bomba de calor elegida es de la marca Thermia, modelo Diplomat 8, cuyas características técnicas son:

Potencia nominal: 7,51kW(EN14511,B0W35)
 Rendimiento (COP): 4,34
 Medidas (LxAxH): 690x596x1538
 Control de dos curvas de calor
 Tanque de ACS: TWS de 180 litros



Instalación con calefacción, frío pasivo y ACS



Instalación con calefacción, frío activo y ACS

Para el caso de la vivienda que dispone de alargamiento de temporada de uso de piscina, el modelo instalado es una Thermia Diplomat Duo 8, que, a diferencia de la anterior, no lleva incorporado tanque de ACS, por lo que se colocó un tanque Thermia, modelo KBH, de 220 litros de capacidad. Esto es debido a que el calentamiento de la piscina se lleva a cabo por medio de la doble capa de dicho tanque.



Instalación con calefacción, frío pasivo y ACS



Instalación con calefacción, frío activo, ACS y piscina



Instalación con calefacción, frío activo y ACS



Instalación con calefacción, frío pasivo y ACS

12

Aprovechamiento geotérmico en cuatro viviendas unifamiliares



Cuatro instalaciones de climatización geotérmicas en cuatro viviendas unifamiliares situadas en La Pinada

Municipio: Pozuelo de Alarcón

Fecha de puesta en marcha: Febrero de 2014

Participantes:

- Butech Technology
- Perforaciones Jofer S.L.
- Thermia
- Muovitech

Descripción

El interés creciente de la energía geotérmica como sistema de climatización para viviendas residenciales no ha dejado de crecer en los últimos años como consecuencia de los ya contrastados beneficios que proporciona, tales como ahorros económicos y energéticos, seguridad en las instalaciones, comodidad, valor añadido y otros muchos.

También es sabido que la implementación de estos sistemas resulta más elevado que un sistema convencional, derivado fundamentalmente del coste de las perforaciones, que sin embargo, gracias a los importantes ahorros económicos que se obtienen, permite amortizar, en un periodo muy razonable, dicha diferencia de inversión.

Estos costes de instalación se pueden ver reducidos si se llevan a cabo varias instalaciones

simultáneamente por parte de un grupo de propietarios, de forma tal que se optimicen los recursos de personal y equipos.

Este es el caso de cuatro viviendas unifamiliares que se han construido en La Pinada (Pozuelo de Alarcón), en las que Butech (Porcelanosa Grupo) ha realizado sendas instalaciones de climatización mediante bombas de calor geotérmicas Thermia y sistemas de captación Muovitech, que suministran calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria y alargamiento del uso de la piscina.

Las cuatro viviendas tienen una superficie a climatizar de 220 m² de media.

Campo de captación

El campo de captación de cada vivienda está formado por dos perforaciones verticales de 110 m cada una y separadas 8 m entre sí. Están llenas con mortero de cemento-bentonita para un sellado completo de las mismas.

Los captadores empleados fueron de la marca Muovitech, modelo TurboCollector™, que proporciona una mayor captación por metro de perforación gracias a su sistema interno de microaletas que generan un régimen turbulento interior mayor a los conseguidos con los captadores convencionales, inclusive que los de cuatro tubos y PEX.

El sistema de perforación empleado fue mediante carro perforador de doble cabezal capaz de entubar los primeros metros de la perforación, recirculación directa de lodos y trialeta.

Equipos instalados

Las bombas de calor geotérmicas instaladas fueron de la marca sueca Thermia, modelos Diplomat Duo 12, que presentan las siguientes características:

Potencia nominal: 11,0 kW (EN14511, B0W35)

Rendimiento (COP): 4,2

Medidas (LxAxH): 690x596x1538

Control de dos curvas de calor y frío activo

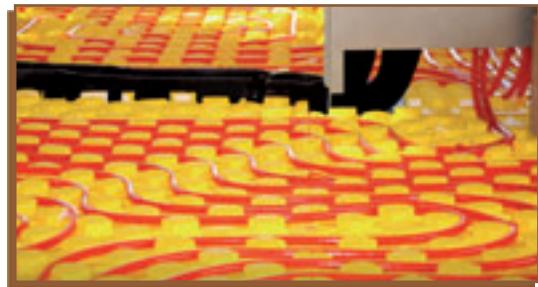
Para la acumulación del agua caliente sanitaria se instalaron tanques ACV de doble capa y capacidad de 300 litros.



Tres de los equipos instalados son monofásicos y el cuarto dispone de alimentación trifásica.

Sistema de distribución

El sistema de distribución más adecuado a este tipo de instalaciones es el suelo radiante-refrescante. Además, dadas las condiciones climatológicas de Madrid, es suficiente para hacer frente a las cargas de verano que, unido al control de la bomba de calor Thermia, permite garantizar el confort sin tener problemas de condensaciones.



Consumos y ahorros energéticos

El consumo energético de cada vivienda es:

- Climatización: 23.746 kWh/año.
- ACS: 2.790 kWh/año.

Los consumos reales del sistema de la bomba de calor son:

- Compresor: 4.855 kWh/año.
- Bombas de circulación: 1.237 kWh/año.

Por tanto, se consigue un ahorro energético de 19.726 kWh/año.

Ello supone un rendimiento anual (COP) de 4,36.

Conexión a Internet

La bomba de calor instalada permite un completo control de todos los parámetros de funcionamiento del equipo, tanto por parte del usuario como del servicio técnico.

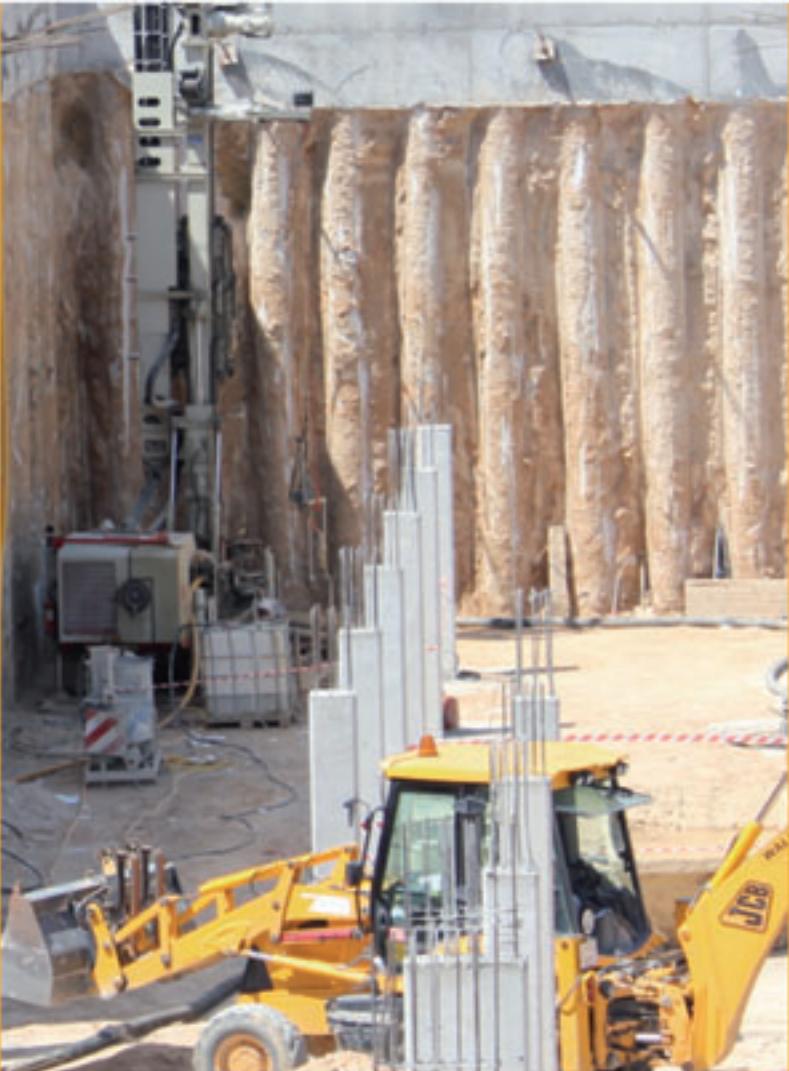
De esta forma, se puede dar un mejor servicio en la posventa, ya que permite el ajuste de cualquier parámetro de forma inmediata sin necesidad de desplazamientos.



Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica 3



Anexo



Anexo

Situación geográfica de los proyectos en la Comunidad de Madrid



1 Alcalá de Henares

Sistema de intercambio geotérmico
(Capítulo 7)



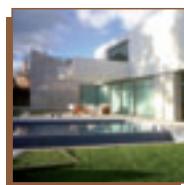
3 Madrid

Sistema geotérmico
(Capítulo 8)



4 Majadahonda

Aprovechamiento geotérmico
(Capítulo 1)



2 Boadilla del Monte

Sistema geotérmico
(Capítulo 2)



3 Madrid

Aprovechamiento geotérmico
(Capítulo 9)



5 Pozuelo de Alarcón

Aprovechamiento geotérmico
(Capítulo 12)



3 Madrid

Aprovechamiento geotérmico
(Capítulo 5)



3 Madrid

Sistema geotérmico
(Capítulo 10)



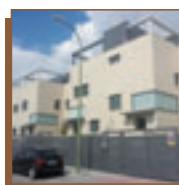
6 Torrejón de Ardoz

Nueva sede de la Agencia Tributaria
(Capítulo 3)



3 Madrid

Sistema geotérmico
(Capítulo 6)



3 Madrid

Aprovechamiento geotérmico
(Capítulo 11)



7 Tres Cantos

Climatización Geotérmica
(Capítulo 4)

Situación geográfica de los proyectos en la Comunidad de Madrid



Información acerca de esta Guía

Esta Guía es descargable en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

www.madrid.org

(Consejería de Economía y Hacienda, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)

The screenshot shows the homepage of the official website of the Community of Madrid. At the top, there is a banner with a woman in a green shirt looking at a book. To the right of the banner, there is a box with the text "Dos nuevos programas de creación de empleo para autónomos y menores de 25 años". Below the banner, there are two news articles. The first article is about a new hospital being built in Villalba, mentioning 716 job positions and 111,000 square meters. The second article is about a new course in Cinematography and Audiovisual production. On the right side of the page, there is a sidebar titled "LO MAS CONSULTADO" with a list of services and a section for "madrid.org en las redes sociales" featuring links to Facebook, Twitter, and YouTube. At the bottom, there are links to follow the Community of Madrid on Twitter and a footer with social media icons.

www.fenercom.com

The screenshot shows the homepage of the Fenercom website (www.fenercom.com). At the top, there is a banner for the "GeoEner 2014" congress, which took place on November 24-25, 2014, at the Centro de Convenciones MAPFRE in Madrid. The banner features a stylized illustration of a geothermal energy system and the text "IV CONGRESO de Energía Geotérmica en la EDIFICACIÓN Y LA INDUSTRIA". Below the banner, there are three main sections: "Lo más descargado", "Lo último", and "Publicaciones más recientes". Each section contains a list of documents and small thumbnail images.

Lo más descargado	Lo último	Publicaciones más recientes
<ul style="list-style-type: none"> 1. Cálculos de condensación 2. Materiales aislantes 3. Guía de la Energía Geotérmica 4. Ahorro y eficiencia en Hospitales 5. Ahorro en parques y aparcamientos 	<p>Guía de Eficiencia energética en la Movilidad y Transporte Urbano (2014)</p>  <p>Pretende concienciar sobre la necesidad de medios de transporte eficientes, planificaciones de movilidad urbana más sostenibles, y hábitos de desplazamiento racional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ► Guía de Emisores de Calefacción a Baja Temperatura de Agua (2014) ► Guía de renovación de aire eficiente en el sector residencial (2014) ► Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía VI ► Balance Energético de la Comunidad de Madrid ► Guía sobre Ahorro y Eficiencia Energética en Comunidades de Propietarios (2013)

SI DESEA RECIBIR MÁS EJEMPLARES DE ESTA PUBLICACIÓN EN FORMATO PAPEL PUEDE CONTACTAR CON:

Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid
dgtecnico@madrid.org

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid
fundacion@fenercom.com

Gracias
por vuestra colaboración...



Fundación de
la Energía de
la Comunidad
de Madrid

sostenible
eficiente
comfortable

Geotermia

Solución global de climatización y ACS



AKITER

www.akiter.com



GIROD

GEOTERMIA

Especialistas en:

- cálculo y dimensionamiento de instalaciones geotérmicas
- distribución de equipos geotérmicos Thermia
- asesoramiento a instaladores
- asesoramiento a perforadores
- distribuidor de colectores energéticos y accesorios MuoviTech
- legalización de perforaciones geotérmicas

distribuidor oficial en España de:

MuoviTech

Lo mejor en la tierra.



GIROD
GEOTERMIA

www.girodgeotermia.com



F. MOLINA
OBRAS Y SERVICIOS



eneres
www.eneres.es



SISTEMAS GEOTÉRMICOS, INERCIAS Y TERMOACTIVOS

F. Molina Obras y Servicios es un grupo empresarial con más de 40 años de experiencia en el sector de la construcción, especializado en rehabilitación energética en la edificación.

Incorpora, dentro de este grupo, a **Eneres Sistemas Energéticos Sostenibles**, como empresa experta en eficiencia energética, y en la utilización de energías renovables, (geotermia, biomasa , solar térmica , fotovoltaica y mini eólica), para usos en climatización o producción de energía eléctrica para autoconsumo.

Socios tecnológicos:



Premio a la Mejor actuación en Rehabilitación 2014
Mención a la Mejor iniciativa en Rehabilitación Energética de edificios 2014

Premio a la mejor rehabilitación energética 2014
Premio a la mejor instalación geotérmica 2014
Premio a la mejor instalación geotérmica de servicios 2013
Premio a la mejor instalación geotérmica residencial 2009



Premio a la mejor caso práctico de rehabilitación Integral 2013

Finalista a la promoción inmobiliaria más sostenible 2013
Premio a la rehabilitación inmobiliaria más sostenible 2011

Servicios Integrales

- Proyectos llave en mano
- Diagnóstico de ahorro energético
- Prescripción de oportunidades de ahorro energético
- Estrategias para la eficiencia energética
- Ingeniería
- Ejecución de obras
- Operación y mantenimiento
- Medida y verificación
- Garantía de ahorro
- Ahorro Compartido

www.fernandezmolina.com
www.eneres.es

C/Apolonio Morales 29, 28036 Madrid
T. 91 758 97 20 - F. 91 547 38 92

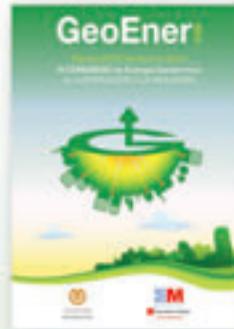


Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

Guía Técnica de Generación Eléctrica de Origen Geotérmico



Libro de Actas III Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la industria



Guía Técnica para Sistemas Geotérmicos Abiertos



Guía Técnica de Sondeos Geotérmicos Profundos



Guía sobre Aprovechamiento Energético de las Infraestructuras Subterráneas



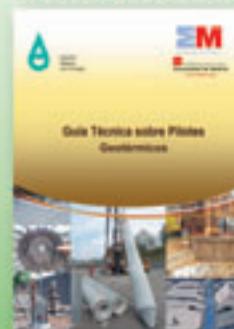
Guía Técnica de Bombas de Calor Geotérmicas



Guía Técnica de Sondeos Geotérmicos Superficiales



Guía Técnica sobre Pilotes Geotérmicos



Más información en www.fenercom.com

Datos del solicitante

Nombre: _____ 1º Apellido: _____ NIF: _____
 Dirección: _____ Población: _____ Provincia: _____
 E-mail: _____ Teléfono: _____ Fax: _____ Código Postal: _____

Datos de envío (rellenar sólo si son diferentes de los del solicitante)

Nombre: _____ 1º Apellido: _____ NIF: _____
 Empresa u organismo: _____ Población: _____ Provincia: _____ Código Postal: _____

Dirección: _____ Población: _____ Provincia: _____ Código Postal: _____
 Oficina: _____ Código Postal: _____

Datos de facturación (rellenar sólo si son diferentes de los del solicitante)

Empresa u organismo: _____ Población: _____ Provincia: _____
 Dirección: _____ Población: _____ Provincia: _____ Oficina: _____
 Código Postal: _____

Libro de actas:

Deseo recibir _____ Ejemplares del Libro

de Actas del III Congreso.

○ Precio 50 € por ejemplar (envíos a España).

IVA y gastos de envío incluidos en el precio.

Guías Técnicas:

Deseo recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica de Sondeos Geotérmicos Superficiales.

Deseo recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica de Bombas de Calor Geotérmicas.

Deseo recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica Sobre Pilotes Geotérmicos.

Deseo recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica de Sondeos Geotérmicos Profundos.

Deseo recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica de Generación Eléctrica de Origen Geotérmico.

Deseo recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica para Sistemas Geotérmicos Abiertos.

Deseo recibir _____ Ejemplares de la Guía sobre Aprovechamiento Energético de las Infraestructuras Subterráneas.

○ Precio 11 € por ejemplar (envíos a España). IVA y gastos de envío incluidos en el precio.

Forma de pago:

Transferencia bancaria a favor de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (de él el ingreso deberá figurar nombre y apellidos de la persona solicitante). C/cy Madrid 2030 1010 01 688234985.

Envío:

Una vez recibida la transferencia o el documento acreditativo se realizará el envío en un plazo máximo de cinco días hábiles.



Fundación de
la Energía de
la Comunidad
de Madrid

www.fenercom.com

Publicación patrocinada por:



F. MOLINA
OBRAS Y SERVICIOS



eneres
www.eneres.es

