

Rendimiento de una instalación geotérmica para calefacción y ACS

J. F. Álvarez¹, J Abati²

¹ Dr. Ingeniero de Minas. Profesor del Dpto. de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Universidad de Oviedo. Independencia 13, 33004 Oviedo. joseflorentino@georenova.com

² Ingeniero Industrial. Director Técnico de Georenova, S.L. Polígono Industrial de San Claudio. Calle A, Nave 1. 33191 San Claudio. Oviedo. javier@georenova.com

Resumen: La tierra y el aire acumulan grandes cantidades de energía, pero su temperatura es inferior a la temperatura que se quiere alcanzar para calefactar una vivienda o producir ACS. Por ello su aprovechamiento debe ser contra el gradiente térmico, lo que obliga al empleo de una bomba de calor diseñada exclusivamente para el aprovechamiento de este tipo de energías. En este trabajo se pretende presentar los resultados reales obtenidos en una vivienda unifamiliar, situada en Latores, en las cercanías de Oviedo, cuya demanda energética en calefacción está siendo cubierta por energía geotérmica y la demanda térmica ACS está siendo cubierta por aerotermia. Esta vivienda fue monitorizada durante los 9 primeros meses del año 2009, con el fin de comprobar el consumo real en calefacción y ACS. Además del contador eléctrico general de la vivienda, se instalaron otros dos que midieron por separado el consumo en calefacción y en el calentamiento del agua sanitaria. A su vez, se instaló un contador de energía térmica para medir la demanda en calefacción y ACS de la vivienda. Los resultados mostraron un ahorro energético para cubrir la demanda térmica de la vivienda superior al 76 %.

Palabras clave: geotermia, aerotermia, Hautec, COP estacional.

1. INTRODUCCIÓN

El pasado 5 de Junio del presente año se publicó la Directiva Europea 2009/28 EC para la promoción y uso de fuentes de energía renovable. Esta Directiva establece un marco común para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables y fija objetivos nacionales obligatorios en relación con la cuota de esta energía en el consumo final bruto. En su artículo 2 define a la energía geotérmica como la energía almacenada en forma de calor bajo la superficie de la tierra sólida, y define la energía aerotérmica como la energía almacenada en forma de calor en el aire ambiente. A su vez, en este mismo artículo se declara a ambas energías como renovables.

Aunque la tierra, o el aire, acumulan grandes cantidades de energía, su temperatura es inferior a la temperatura que se quiere alcanzar, por lo que su aprovechamiento debe ser contra el gradiente térmico. Por ello se requiere el uso de una bomba de calor diseñada exclusivamente para el aprovechamiento de este tipo de energía

La Directiva Europea 2009/28 EC señala que las bombas de calor permiten la utilización del calor aerotérmico y geotérmico a un nivel de temperatura útil, pero reconoce la necesidad de electricidad u otra energía auxiliar para funcionar. Por ello, en dicha Directiva se señala que en la consideración de fuente de energía renovable debe deducirse del total utilizable la energía utilizada en el funcionamiento de las bombas de calor. Según esto, solo deben tenerse en cuenta las bombas de calor cuya producción supere de forma significativa la energía primaria necesaria para impulsarlas.

Que la Directiva Europea 2009/28 EC declare las energías geotérmica y aerotérmica como renovables no es baladí, ya que permite la sustitución de la energía solar térmica por estas fuentes de energía, para el cumplimiento de la sección HE4 del CTE en la producción de ACS. Para ello, en la publicación del IDAE “Comentarios al RITE 2007” (ISBN: 978-84-96680-23-4) se establece que “los sistemas de paneles térmicos podrán ser sustituidos por otras técnicas de energías renovables siempre que no venga superada la producción de CO₂ del sistema exigido por la Administración

sobre una base anual". Por tanto la energía solar térmica para la producción de ACS podrá ser sustituida por sistemas geotérmicos y aerotérmicos siempre que las emisiones de CO₂ sean inferiores a las emisiones de CO₂ que se generarían en una instalación homóloga que aporte el porcentaje establecido de la demanda con paneles solares térmicos.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos, después de casi un año de funcionamiento, de una instalación de generación de calor mediante el aprovechamiento de la energía geotérmica para cubrir la demanda en calefacción, y mediante el aprovechamiento de la energía del aire exterior a la envolvente térmica para cubrir la demanda de ACS.

2. BASES TEÓRICAS DE PARTIDA.

La vivienda se encuentra ubicada en Latores, cuya zona climática corresponde a la C1, con una altitud de 214 m, cuyos datos se han obtenido de la ficha justificativa de cumplimiento del CTE DB HE1, incluida en el Proyecto de Ejecución. La vivienda tiene una superficie a calefactar de 205 m², y consta de sótano, planta baja y planta bajocubierta. La vivienda no dispone de sistema de refrigeración. La planta sótano está parcialmente calefactada, estando el resto de estancias de planta baja y bajo cubierta calefactadas mediante suelo radiante. La vivienda se encuentra ocupada de manera habitual por 4 personas.

La envolvente térmica del edificio presenta una muy buena calidad térmica, con valores de transmitancias térmicas que superan considerablemente los valores límite exigidos en el CTE DB HE1. Mediante aplicación del programa CALENER-VYP se ha obtenido una calificación de eficiencia energética A.

Previo al dimensionamiento de la instalación geotérmica y aerotérmica, es necesario el cálculo de la demanda térmica de la vivienda. Para ello se ha seguido el método de las cargas instantáneas, considerando:

Para el cálculo de la demanda de calefacción:

- La información y planos aportados por la propiedad.
- Las instrucciones de cálculo especificadas en el CTE, en su Documento Básico HE, Exigencia Básica HE1.
- Las condiciones de bienestar térmico, eficiencia energética, y seguridad, establecidas en las Instrucciones Técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, según Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio.
- El cálculo de los grados-día sobre la base de 18 °C. Los grados-día presentes en numerosas tablas derivadas de la Norma UNE 24.046 son con base 15 °C. Estos datos resultan una estimación muy baja, que no refleja el uso real de la calefacción, ni coincide con la base de temperatura generalmente aceptada internacionalmente.

Para el cálculo de la demanda en ACS:

- Las instrucciones de cálculo especificadas en el CTE, en su Documento Básico HE, Exigencia Básica HE4.

Las emisiones de CO₂ que deben considerarse para las distintas fuentes de energía son:

- Emisiones de CO₂ por KWh eléctrico: 0.370 KgCO₂/KWh_eléctrico
- Emisiones de CO₂ por KWh térmico generado por la combustión de gas natural: 0.204 KgCO₂/KWh_térmico.

- Emisiones de CO₂ por KWh térmico generado por la combustión de gasóleo calefacción: 0.287 KgCO₂/KWh_térmico.

3. PARTE EXPERIMENTAL.

En referencia a la demanda térmica en calefacción, se ha estimado:

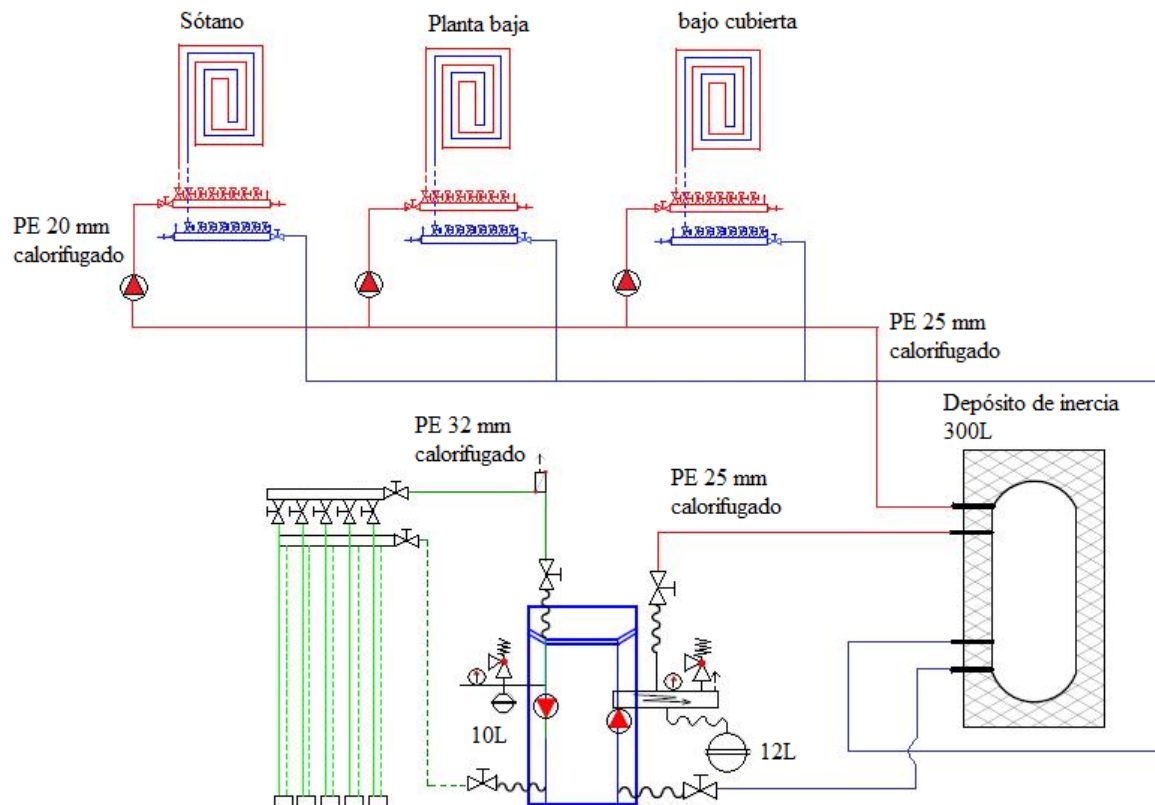
- Una temperatura mínima exterior de 0 °C.
- Una temperatura interior de confort de 21 °C
- Una demanda térmica en calefacción de: 24 MWh/año
- Una demanda de potencia térmica en calefacción de: 10.5 kW

Para la producción de ACS, se ha estimado:

- Una temperatura media anual de agua de red: 12 °C
- Una temperatura de acumulación de ACS: 45 °C
- Una demanda mínima de volumen de acumulación de 180 L
- Una demanda térmica anual de 2.4 MWh/año
- Una demanda de potencia térmica de 1.1 kW

La instalación térmica instalada para cubrir la demanda en calefacción consta de, ver Figura 1:

- Sistema de captación geotérmica:
 - 3 pozos verticales de 50 m de profundidad cada uno.
 - Circuito doble de captación por pozo.
 - Tubería de captación fabricada en PE-100 25x2.3 PN16
 - Fluido caloportador constituido por una disolución, 30% en volumen, de agua y etilen-glicol.
 - Colector primario para alimentar 6 circuitos fabricado en PE-100 63x5.8 PN16.
- Bomba de calor geotérmica:
 - Marca: Hautec
 - Modelo: HCS PN 42
 - Fuente de energía: geotérmica
 - Potencia térmica B0/W35: 11.1 kW
 - Potencia térmica B5/W35: 12.8 kW
 - Potencia eléctrica: 2.37 kW
 - Coeficiente de operación, COP B0/W35 (EN 255): 4.7
 - Coeficiente de operación, COP B5/W35 (EN 255): 5.2
 - Tipo de refrigerante: R407c
 - Peso de refrigerante: 1.5 Kg
 - Caudal nominal en el evaporador: 2.92 m³/h
 - Salto térmico en el evaporador: 3 K
 - Caudal nominal en el condensador: 1.9 m³/h
 - Salto térmico en el condensador: 5K
 - Frecuencia eléctrica: 50 Hz
 - Voltaje: 230 V
 - Dimensiones: 1080x600x430 mm³.
 - Peso: 143 Kg



SISTEMA DE CAPTACIÓN GEOTÉRMICA

3 sondeos verticales de 50 m
 6 circuitos: circuito doble de captación/pozo
 100L etilén-glicol

BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

Marca: HAUTEC
 Modelo: HCS PN 42
 Potencia térmica B0/W35: 11.1 kW
 Potencia térmica B5/W35: 12.8 kW
 Potencia eléctrica: 2.37 kW

Figura 1. Instalación geotérmica de calefacción.

La instalación térmica instalada para cubrir la demanda en ACS consta de, ver Figuras 2 y 3:

- Sistema de captación:
 - Energía aerotérmica. Energía del aire ambiente del garaje.
- Bomba de calor geotérmica:
 - Marca: Hautec
 - Modelo: HWBL 301E
 - Fuente de energía: aerotérmica
 - Potencia térmica A15/W45: 2.3 kW
 - Potencia eléctrica: 0.53 kW
 - Coeficiente de operación, COP A15/W45 (EN 255): 4.27
 - Tipo de refrigerante: R134a
 - Peso de refrigerante: 0.55 Kg
 - Frecuencia eléctrica: 50 Hz
 - Voltaje: 230 V
 - Dimensiones: 1875x660x880 mm³.
 - Peso: 120 Kg

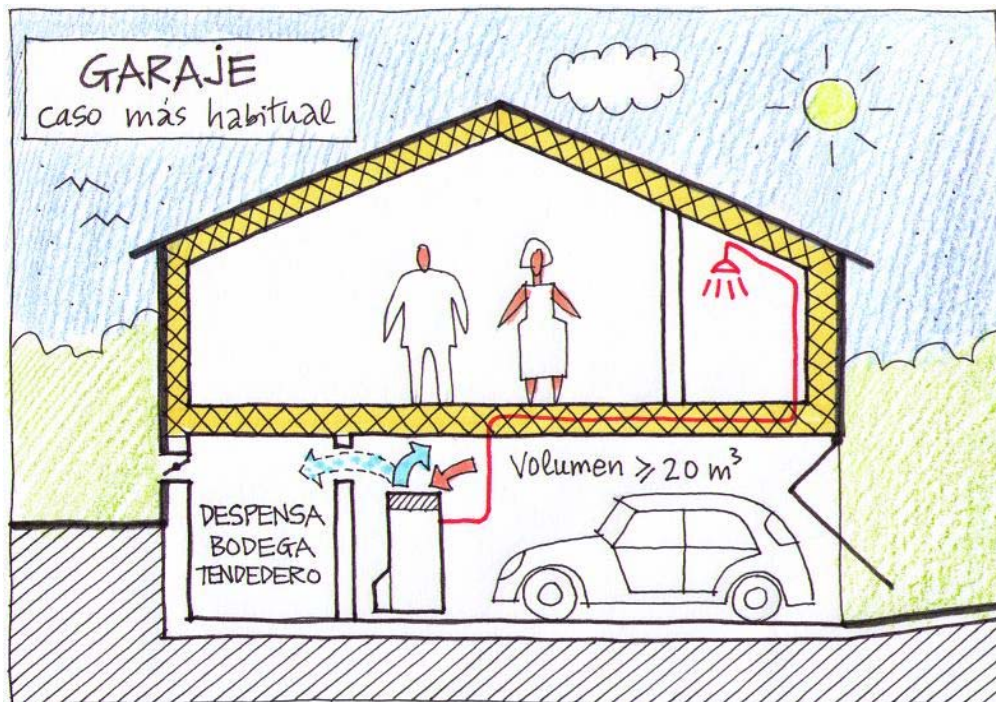
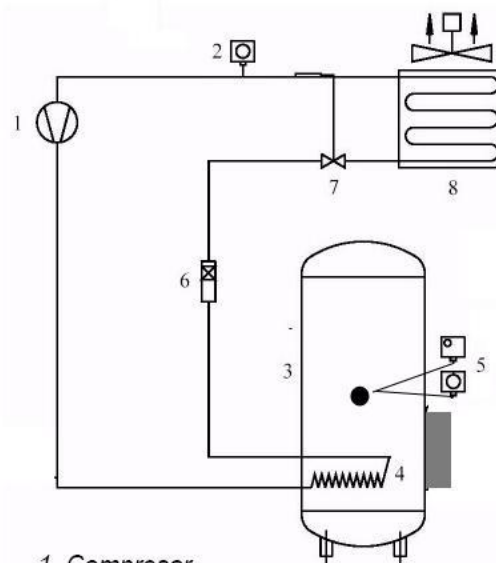


Figura 2. Esquema de funcionamiento del aerotermo instalado para producir ACS.



1. Compresor
2. Presostato - baja presión
3. Acumulador - ACS
4. Condensador
5. Limitador, temp. seguridad y regulador
6. Filtro desecador y colector
7. Válvula de expansión termostática
8. Evaporador

Figura 3. Esquema del circuito frigorífico del aerotermo instalado para producir ACS.

El consumo eléctrico de las bombas de calor geotérmica y aerotérmica ha sido medido con 2 equipos iguales que presentan las siguientes características:

- Marca: Merlin Gerin

- Modelo: ME1zr
- Monofásico 230V
- Hasta 63A

Las demandas térmicas en calefacción y en ACS han sido medidos con 2 equipos que presentan las siguientes características:

- Marca: Ista
- Modelo: Sensonic II
- Caudal máximo: 2.5 m³/h
- Temperatura mínima: 0°C
- Temperatura máxima: 90°C

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la demanda térmica total de la vivienda desde 1 de enero de 2009 hasta 30 de septiembre de 2009, tanto para calefacción como para ACS. A su vez, se muestra el consumo eléctrico contabilizado para cubrir dicha demanda térmica.

Tabla 1. Demanda térmica y consumo eléctrico

		Ene	Febr	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Acumulado
Calefacción											
Demanda térmica	kWh	4536	4212	3240	2592	1296	0	0	0	0	15876
Consumo eléctrico	kWh	1080	980	736	576	282	0	0	0	0	3654
Producción ACS											
Demanda térmica	kWh	209,3	209,3	205,1	200,9	192,6	188	188	188	188	1771
Consumo eléctrico	kWh	55,1	55,1	52,6	50,2	47	46	45	45	45	440
Emisiones de CO₂											
En calefacción (geotermia)	Kg CO ₂	399,6	362,4	272,5	213,1	104,2	0	0	0	0	1352
En producción de ACS (aerotermia)	Kg CO ₂	20,4	20,4	19,5	18,6	17,4	17,0	16,6	16,6	16,6	163
Totales	Kg CO ₂	420,0	382,8	291,9	231,7	121,6	17,0	16,6	16,6	16,6	1515

Cabe señalar que la demanda térmica total de la vivienda durante el periodo señalado ha sido de 17647 kWh, mientras que el consumo eléctrico para cubrir dicha demanda ha sido de 4094 kWh, lo que supone que 13553 kWh fueron aportados mediante las energía geotérmica y aerotérmica, es decir un 76.8 %.

Gracias al buen aislamiento de la envolvente térmica del edificio, la temperatura de impulsión al circuito de calefacción no ha superado nunca los 32 °C, siendo la mayoría del tiempo inferior a 30 °C, lo que ha repercutido en que el COP estacional de la instalación de calefacción haya alcanzado el nivel de 4.35.

Por otra parte, las emisiones de CO₂ realizadas por parte de la instalación térmica han sido de: 1514.8 Kg CO₂.

Si se hubiera cubierto la demanda térmica mediante una instalación homóloga de gasoil, con el aporte de un 30% de energía solar térmica para cubrir la demanda de ACS, las emisiones en CO₂ serían de: 4912.1 Kg CO₂. Ello supone una reducción en las emisiones de CO₂ del 69.1 %.

5. CONCLUSIONES

1. La combinación de un correcto diseño que optimice al máximo el nivel de aislamiento de un edificio, reduciendo su demanda térmica, combinado con el uso de la energía geotérmica con bomba de calor puede suponer una reducción en las emisiones de CO₂ de más de un 80 %, y mejorar el COP estacional de la instalación.
2. Según los datos obtenidos durante el periodo estudiado:
 - a. El COP estacional obtenido para la instalación de calefacción mediante bomba de calor geotérmica ha sido: 4.35
 - b. El COP estacional obtenido para la instalación de producción de ACS mediante bomba de calor aerotérmica ha sido: 4.02
 - c. -El COP estacional global obtenido para la instalación térmica ha sido de 4.3.
3. El ahorro energético que está suponiendo la instalación térmica es superior al 76%.

REFERENCIAS

ÁLVAREZ, J. F. y ASENSIO, J (2007).: “Retos energéticos del futuro: Geotermia de baja intensidad”. XII Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales, Oviedo.

BASTA, S. y MINCHIO, F. (2008).: “Geotermia e pompe di calore”. Associazione Geotermia. Org

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2007).: “Comentarios al RITE 2007”

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2007).: “La energía en España”

PARLAMENTO EUROPEO (2009).: “Directiva 2009/28/CE”