

Geotermia: utilización y casos prácticos


AseTUB Enrique Méndez

 *Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos*

1. INTRODUCCIÓN

Búsqueda de un **MODELO FUTURO MÁS SOSTENIBLE E INDEPENDIENTE**, que combine seguridad, garantía de suministro, competitividad en los precios, ahorro energético y respeto por el medio ambiente → **energías renovables**.

MODELO ENERGÉTICO TRADICIONAL = energía a partir de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas):

- recursos limitados
- localizados en zonas específicas
- efectos nocivos para el medio ambiente y la salud
- enorme volatilidad en los precios

Directiva Europea 2009/28/CEE de energías renovables: establece en España como objetivo obligatorio cubrir el **20%** del consumo final bruto de energía con energías eficientes y renovables. Es por ello que la geotermia tiene importantes objetivos a cumplir dentro del **Plan de Energías Renovables 2011-2020**.

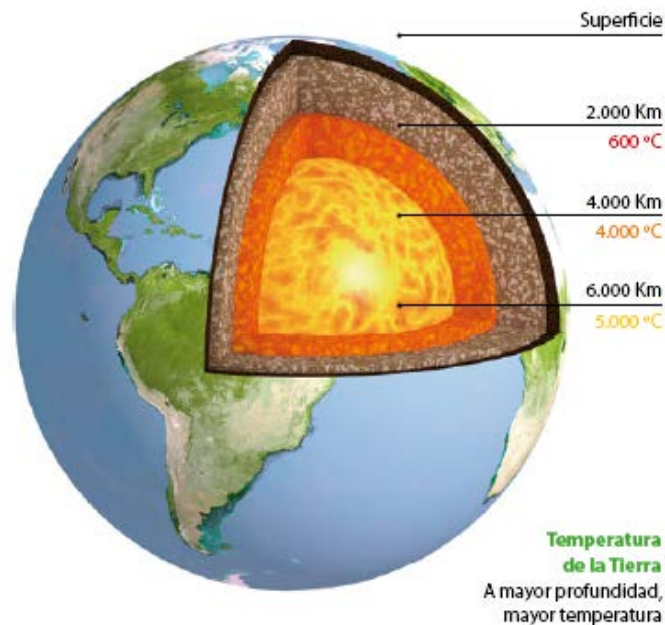


IDAIE

Instituto para la Diversificación
y Ahorro de la Energía

2. DEFINICIÓN DE GEOTERMIA

- La Geotermia es el **aprovechamiento de la energía almacenada en forma de calor bajo la superficie de la tierra** (rocas, suelos y aguas subterráneas).
- En función de su contenido en calor, se podrá usar para la producción de energía eléctrica o se aprovechará en aplicaciones térmicas para la **climatización de edificios, agua caliente sanitaria (ACS) y procesos agrícolas e industriales**.
- La energía geotérmica se renueva como consecuencia del flujo de calor geotérmico, que asciende desde el interior del planeta, y de la radiación solar, que calienta la superficie del suelo, por lo que es **inagotable**.



3. USOS Y APLICACIONES

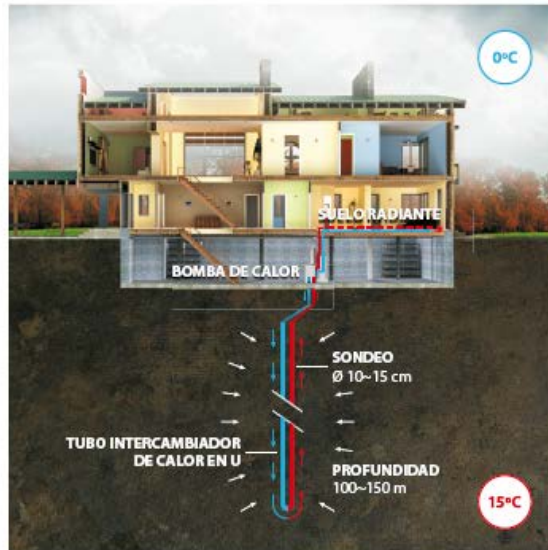
■ USOS Y APLICACIONES EN FUNCION DE LA TEMPERATURA:



4. GEOTERMIA CON BCGT (I)

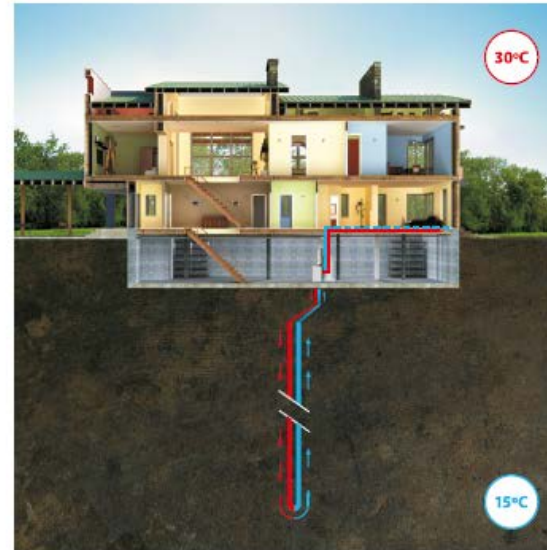
- El sistema geotérmico es un sistema cerrado de muy baja temperatura (aprovechable en cualquier terreno de cualquier lugar habitado) para aplicación con bombas de calor geotérmicas, con captaciones (en horizontal y vertical), o mediante sondas de polietileno.

Invierno



Durante los meses más fríos del año, se recoge el calor del subsuelo y se transfiere al edificio.

Verano



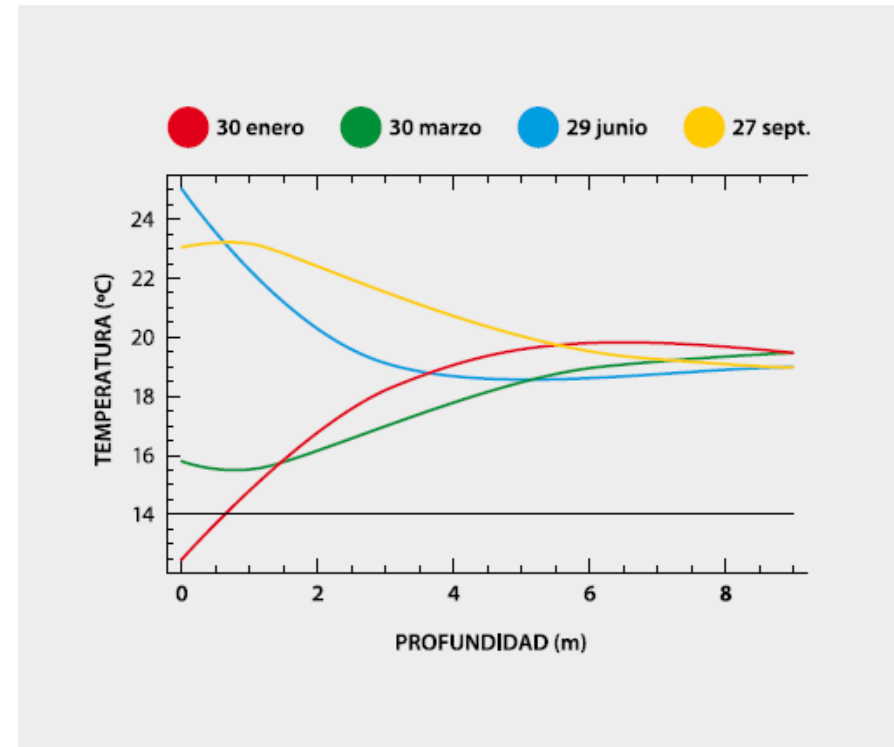
Durante los meses más cálidos, el calor del edificio es recogido y transferido al subsuelo.

- Estos tipos de aprovechamiento geotérmico se basan en que el interior del terreno, o subsuelo, tiene una temperatura más constante que el aire exterior (a mayor profundidad menores fluctuaciones). **En invierno el suelo está más caliente que el ambiente exterior, y en verano más frío.**

4. GEOTERMIA CON BCGT (II)

- En los primeros 10 m de profundidad, la temperatura del terreno varía en función de las condiciones climáticas.
- A partir de 15 m, la T^a se mantiene prácticamente constante y estable durante todo el año (entre 7 y 13 °C) debido al calor recibido por el sol (valor ligeramente superior a la T^a media anual de la superficie). Aquí la T^a de las rocas sólo depende del calor terrestre de las profundidades (no de la climatología exterior).
- A partir de los 20 m, la T^a aumenta a razón de unos 3°C cada 100 m, como consecuencia del gradiente geotérmico.
- En países con alto nivel de radiación solar, como **España**, la temperatura del suelo a más de 5 m es relativamente alta y estable: se suelen alcanzar unos **15°C** para cualquier estación del año y en todas las condiciones meteorológicas.

Evolución de la temperatura del suelo

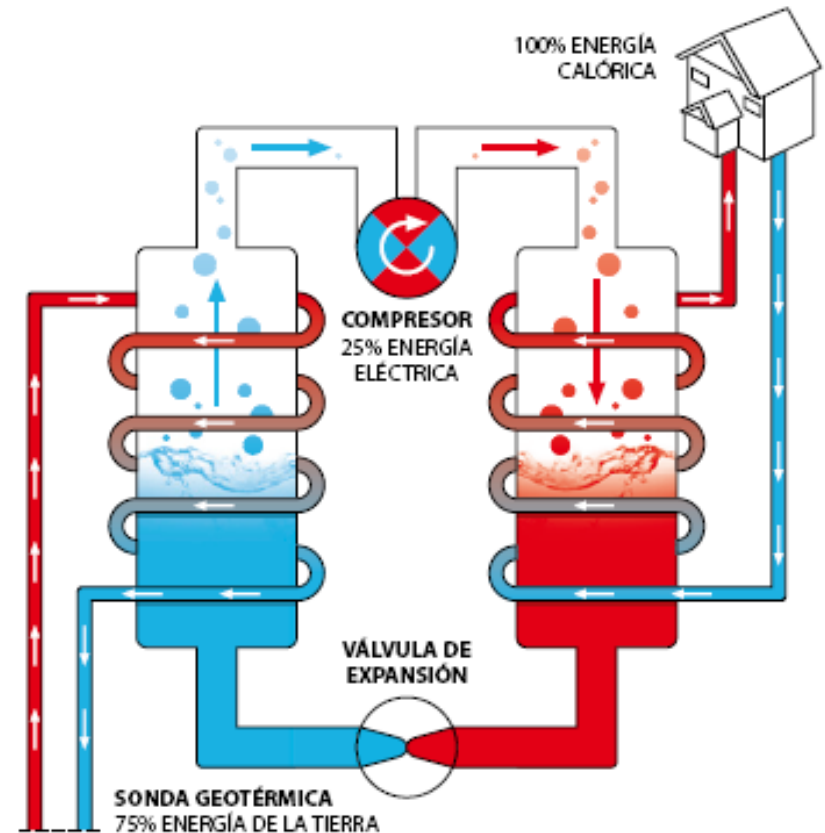


La gráfica muestra la evolución de la temperatura con la profundidad para diferentes días a lo largo del año.

4. GEOTERMIA CON BCGT (III)

- El calor natural del suelo es absorbido por un **fluido portador** (generalmente agua glicolada) que circula por el interior de las sondas. En la bomba de calor, el calor del subsuelo transferido a un fluido frigorífico se evapora, se aspira por un compresor eléctrico que eleva su presión y temperatura, pasa a un condensador y cede calor para ser aprovechado en calefacción (suelo radiante, radiadores de baja temperatura) o ACS. Finalmente el fluido pasa por una válvula de expansión, reduciendo su temperatura y presión para volver a iniciar el ciclo. Si se invierte el ciclo permite el aprovechamiento para refrigeración, con lo que ***favorece la eficiencia energética del sistema.***

Esquema de funcionamiento de una bomba de calor:



4. GEOTERMIA CON BCGT (IV)

- Un sistema de bomba de calor geotérmica (**BCGT**) tiene un funcionamiento similar al de un frigorífico doméstico, y puede aprovechar el diferencial de temperatura que se produce al enviar un fluido al subsuelo (3-5°C) para producir temperaturas de impulsión de hasta 50°C en calefacción y de 7°C en refrigeración.
- Los ahorros en las instalaciones con BCGT se generan por:
 - **menor consumo de electricidad**
 - **escasos costes de mantenimiento**
 - **mayor duración de la vida útil que otros sistemas**
- Se estima que el **ahorro energético**, en comparación con los sistemas convencionales de calefacción y refrigeración puede situarse **entre el 30 y el 70%**, (la electricidad se emplea para recolectar, concentrar y suministrar el calor, no para producirlo).
- Asimismo, **la inversión se amortiza en un período estimado de entre 6 y 12 años**, sin tener en cuenta posibles subvenciones que puedan acortar este plazo.

5. TIPOS DE CAPTADORES (I)

SONDAS VERTICALES

- Colectores de calor colocados en posición vertical en el interior de sondeos.
- Profundidades desde 20 m hasta 150 m. Ø de perforación de sólo 10-15 cm.
- Las sondas simples o dobles se fabrican con tubería 32 y 40 mm en PE-100.
- Instalaciones con potencias < 30kW: no requieren estudios.
- Instalaciones de tamaño medio a grande: hay que realizar un estudio exhaustivo de la geología e hidrogeología (TRT)
- Para poder dimensionar una sonda es necesario conocer: la conductividad térmica del terreno; la humedad natural del suelo; la presencia o ausencia de aguas subterráneas y el tipo de prestaciones de la instalación.



5. TIPOS DE CAPTADORES (II)

SONDAS HORIZONTALES

- Son bobinas de tubo Ø 25, 32 y 40 mm fabricadas en PE-100 o PE-X.
- Sólo es necesaria una capa superficial de suelo de 0,8 m de espesor para enterrar los colectores. Debido a esta escasa profundidad de enterramiento de los colectores, **el clima tiene una influencia extraordinaria en esta modalidad.**
- El terreno, en este caso, sirve de “acumulador de energía solar”. La energía geotérmica propiamente dicha, tiene un papel secundario.
- Para satisfacer las necesidades de calefacción:
 - *Vivienda nueva*: necesita parcela con espacio 1,5 veces la superficie a calentar.
 - *Vivienda antigua*: debido a los malos aislamientos, necesita parcela con espacio de hasta 3 veces la superficie a calentar.



5. TIPOS DE CAPTADORES (III)

SISTEMAS ABIERTOS

- Si el terreno posee una permeabilidad elevada, podemos explotar la capa freática mediante 2 sondeos:
 - (1) De producción, con 1 bomba sumergida que conduce el agua a la bomba de calor.
 - (2) Una vez extraída su energía el agua es devuelta a la capa freática por un pozo de reinyección o puede ser vertido a un cauce fluvial.
- Para evitar el enfriamiento continuo del agua, los sondeos de toma y restitución de agua deben situarse respectivamente aguas arriba y abajo del flujo subterráneo.
- **Son necesarias las autorizaciones pertinentes para captación de agua.**



5. TIPOS DE CAPTADORES (IV)

CIMENTACIONES TERMOACTIVAS

- Cuando disponemos de cimentaciones profundas (pilotes, pantallas,...), estamos creando unas condiciones propicias para el intercambio de energía geotérmica, dado el gran volumen que se ve afectado.
- Inserción en parte o la totalidad de las armaduras del hormigón una red de tubos (PE-100 o PE-X) y conexión con la bomba de calor.
- Es importante conocer de antemano: Características geotécnicas de los estratos del subsuelo.



6. VENTAJAS

LOCAL: para consumir sobre el propio terreno, no requiere ser importada.

RENOVABLE: recursos prácticamente inagotables.

CONSTANTE: no depende de condiciones climáticas (como la energía solar o eólica).

MIX ENERGÉTICO: diversificar y optimizar la base del suministro energético actual.

EFICIENTE: ahorros de energía de 30-70% en calefacción y de 20-50% en climatización.

ECONÓMICA: amortización 6-12 años. Costes explotación y mantenimiento reducidos.

ACCESIBLE: 24 horas – 365 días al año.

ECOLÓGICA, LIMPIA: no contribuye a emitir de gases de efecto invernadero.

ESTÉTICA: no requiere de elementos en cubiertas o fachadas de las edificaciones.

FÁCIL DE INSTALAR

CTE: se ajusta a los requisitos de ahorro energético del CTE.

APOYO de las administraciones públicas a nivel nacional y europeo.



7. COMPONENTES SISTEMA (I)

1. SISTEMAS DE CAPTACIÓN

SONDAS VERTICALES

Polietileno de alta densidad **PE-100**. Norma **UNE EN 12201**. Resistencia presión interna **16 bar**.

Excelente coeficiente conductividad térmica. Resistencia a los impactos y arañazos. Larga duración.

Pie de sonda formado por pieza en U de PE-100, PN 16 bar, electrosoldable. **Soldadura realizada y testada en fábrica.**

Rollos de sondas simples (2 tubos Ø 40) o sondas dobles (4 tubos Ø 32 o 40) con tornillo para unión de las U.

	SONDA VERTICAL GEOTERMIA PE-100 SIMPLE					
	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)	
	2	40	3,7	80	68	
	2	40	3,7	100	84	
	2	40	3,7	125	105	
	2	40	3,7	150	126	
	SONDA VERTICAL GEOTERMIA PE-100 DOBLE					
	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)	
	4	32	2,9	80	87	
	4	32	2,9	100	109	
	4	32	2,9	125	136	
	4	32	2,9	150	163	
	4	40	3,7	80	136	
	4	40	3,7	100	168	
	4	40	3,7	125	210	
	4	40	3,7	150	252	

SONDAS HORIZONTALES

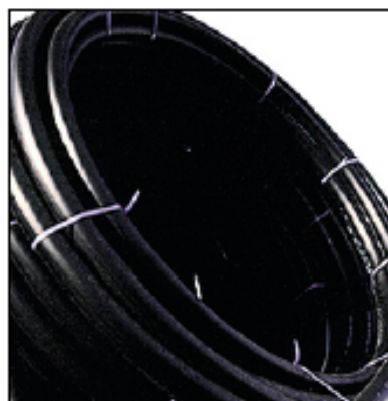
Poliétileno de alta densidad **PE-100**. Norma **UNE EN 12201**. Resistencia presión interna **16 bar**.

Poliétileno reticulado **PE-X**. Norma **UNE EN ISO 15875**.

Excelente coeficiente conductividad térmica. Alta resistencia a rozaduras. Larga duración.

El PE-X proporciona una **mayor flexibilidad**. Soporta **mayores temperaturas**.

Marcado en rojo y tapones en el mismo color para protección del interior de las tuberías.



SONDA HORIZONTAL GEOTERMIA PE-100 SIMPLE

	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)
	1	25	2,3	100	18
	1	32	2,9	100	28
	1	40	3,7	100	44



SONDA HORIZONTAL GEOTERMIA PE-Xb SIMPLE

	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)
	1	20	1,9	100	11
	1	25	2,3	50	8
	1	32	2,9	50	13
	1	40	3,7	50	21

7. COMPONENTES SISTEMA (III)

2. TUBOS DE INYECCIÓN

Polietileno de alta densidad **PE-100**. Norma **UNE EN 12201**. Resistencia presión interna **12,5 bar Ø 25** y **10 bar Ø 32**.

Para la **inyección de material de relleno** en pozos de captación geotérmica vertical.



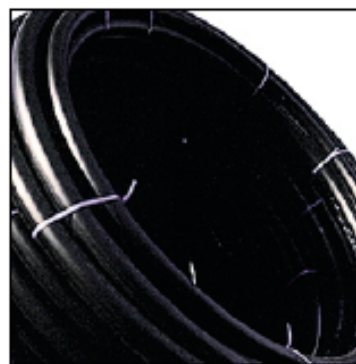
TUBO DE INYECCIÓN PE

Código	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. (m)	Peso (Kg)
	1	25	2,0	80	12
	1	25	2,0	100	15
	1	25	2,0	125	19
	1	25	2,0	150	23
	1	32	2,0	80	15
	1	32	2,0	100	19
	1	32	2,0	125	24
	1	32	2,0	150	29

3. TUBOS PARA CONEXIONES

Polietileno de alta densidad **PE-100**. Norma **UNE EN 12201**. Resistencia presión interna **16 bar**.

Para la **realización de conexiones** entre los elementos de la instalación.



TUBO PARA CONEXIONES PE-100

	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. (m)	Peso (Kg)
	1	40	3,7	100	44
	1	50	4,6	100	67
	1	63	5,8	50	53

7. COMPONENTES SISTEMA (IV)

4. COLECTOR MODULAR

Colector de distribución modular en **polipropileno biorientado PPB**. Para **idas y retornos de los captadores**.

	COLECTOR MODULAR	
		Dimensión
		Te modular 40 – 1-1/4" - 40
		Te modular 50 – 1-1/4" - 50
		Te modular 63 – 1-1/4" - 63
		Codo final 40 – 1-1/4"
		Codo final 50 – 1-1/4"
		Codo final 63 – 1-1/4"



7. COMPONENTES SISTEMA (V)

5. ACCESORIOS

	PESO PARA SONDAS VERTICALES		
	Descripción		Peso (Kg)
	Lastres para la introducción de sondas verticales en los pozos. Peso de 25 Kg. = 2 pesos de 12,5 Kg. y un mecanismo de unión entre ambos.		12,5
			25,0

	KIT CONEXIÓN PARA PESO SONDAS VERTICALES	
		Ø Sonda (mm)
		32
		40

	SEPARADOR PARA SONDAS VERTICALES		
	Descripción		Ø Sonda (mm)
	Mejora el intercambiador geotérmico, manteniendo la distancia entre los tubos de las sondas. Dispone de paso en el centro para el tubo de inyección.		32
			40

	UNIÓN "Y" PARA SONDAS VERTICALES DOBLES		
	Descripción		Ø (mm)
	Unión "Y" electrosoldable para unión de idas y retornos en sondas verticales dobles PN-16		32-40-32
			40-50-40

7. COMPONENTES SISTEMA (VI)

	FIJADOR PARA SONDAS HORIZONTALES	
		Ø Sonda (mm)
		25
		32
		40

	MANGUITO UNIÓN ELECTROSOLDABLE PN-16	
		Ø Tubo (mm)
		25
		32
		40
		50
		63

Además de los accesorios incluidos en esta presentación, los fabricantes disponen de una amplia gama de accesorios para conexión.

8. CALIDAD (I)

- **CERTIFICADO DE GARANTÍA** donde se detallan las certificaciones y los procesos de calidad a los que se someten nuestros productos.
- Garantía por **DIEZ AÑOS** hasta un máximo de 3.000.000 €.
- Los pies de sonda utilizados en los sistemas de captación vertical están certificados por el **SKZ** siguiendo la directriz HR 3.26: 2009-01
- **FICHA TÉCNICA** donde se detallan los ensayos realizados sobre la materia prima, tubería, pieza y soldadura



8. CALIDAD (II)

- La totalidad de las sondas geotérmicas son testadas en fábrica.
- Periódicamente se realizan ensayos en **laboratorio**.
- **Todos los datos relativos a cada una de las soldaduras quedan recogidos en una ETIQUETA** que se adhiere en cada captador vertical. Éstas son archivadas por el departamento de Calidad, garantizando una completa trazabilidad.

SONDA VERTICAL GEOTÉRMICA PE-100			
DATOS SOLDADURA Nº Serie: 12001			
Fecha fabricación:	28-11-12	Hora fabricación:	12:05
Temperatura ambiente (°C):	18,7		
Tensión de soldadura (V):	40		
Potencia aplicada (W):	13		
Tiempo de soldadura (seg.):	45		
Tiempo de refrigeración (seg.):	180		
Inspección visual:	CONFORME		
Verificación de la presión:	CONFORME		
SOLDADURA CORRECTA			

9. CASOS PRACTICOS (I)



Vivienda Unifamiliar en Aldán (Pontevedra)

Situación

➤ Necesidades de la instalación:

- ✓ Superficie a calefactar: 190 m^2
- ✓ Sistema de calefacción: suelo radiante
- ✓ Superficie a refrigerar: 150 m^2
- ✓ Sistema de refrigeración: fan coils
- ✓ Necesidades de ACS: módulo de 25 l/min
- ✓ Base de cálculo de calefacción: 56 W/m^2
- ✓ Base de cálculo de refrigeración: 78 W/m^2

➤ Selección de la bomba de calor

- Terra 15 S/W HGL-P



9. CASOS PRACTICOS (II)



Vivienda Unifamiliar en Aldán (Pontevedra)

Dimensionamiento

➤ Acumulación

- ✓ Calefacción y ACS: acumulador de inercia Hygienik de 1000 l con un módulo de producción instantánea de 25 l/min para la producción de ACS.
- ✓ Frío activo: Acumulador de inercia de 500 l.

➤ Captación

- ✓ Potencia entregada según EN 14511: 14.8 kW
- ✓ COP según EN 14511: 4.3

$$Potencia\ Evaporador = [Potencia\ Calefacción \times (COP - 1)] / COP$$

$$Potencia\ Evaporador = \frac{14.8\text{ kW} \times (4.3 - 1)}{4.3} = 11.36\text{ kW}$$

$$Longitud\ de\ la\ sonda = \frac{Potencia\ del\ evaporador\ (W)}{Capacidad\ térmica\ (W/m)} = \frac{11.358,14\text{ W}}{50\text{ W/m}} = 227.16\text{ m}$$

- Captación vertical de 2 perforaciones de 110 m cada una, sonda PE100 32 x 2.9 doble U.

9. CASOS PRACTICOS (III)



Vivienda Unifamiliar en Aldán (Pontevedra)

Esquema de la instalación

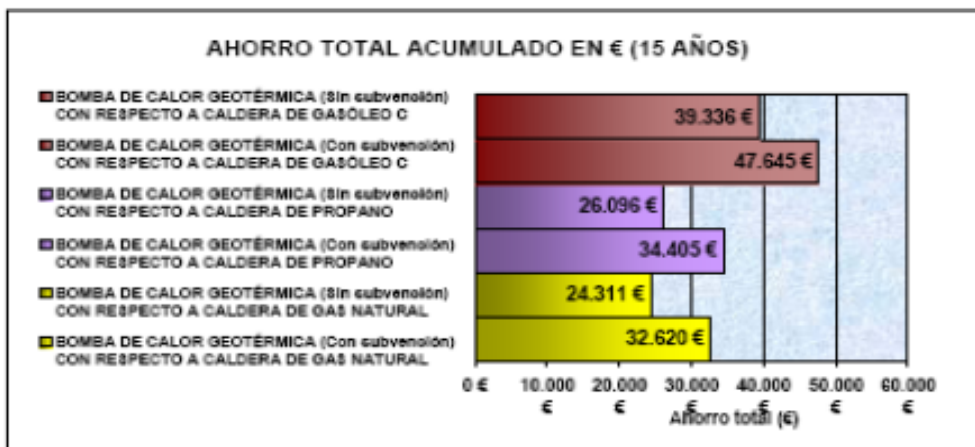
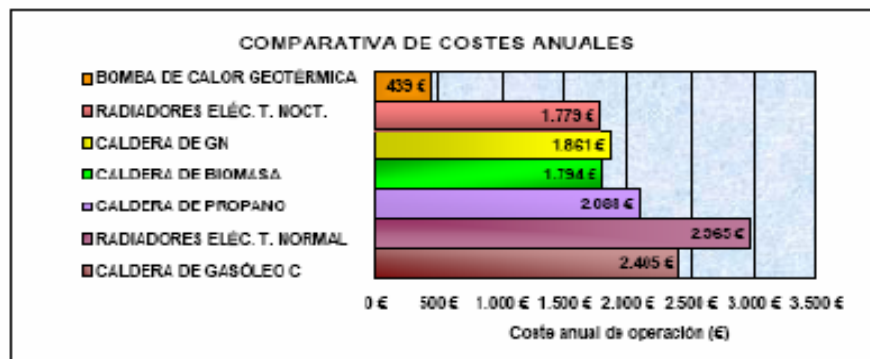


9. CASOS PRACTICOS (IV)



Vivienda Unifamiliar en Aldán (Pontevedra)

Estudio Económico



9. CASOS PRACTICOS (V)



Nave industrial en Ponferrada (León)

Situación

➤ Necesidades de la instalación:

- ✓ Superficie a calefactar: 480 m²
- ✓ Sistema de calefacción: fan-coils
- ✓ Superficie a refrigerar: 300 m²
- ✓ Sistema de refrigeración: fan-coils
- ✓ Necesidades de ACS: módulo de 50 l/min
- ✓ Base de cálculo de calefacción: 98 W/m²
- ✓ Base de cálculo de refrigeración: 85 W/m²

➤ Selección de la bomba de calor

➤ TERRA MAX50 S HGL-P



9. CASOS PRACTICOS (VI)



Vivienda Unifamiliar en Ponferrada (León)

Dimensionamiento

➤ Acumulación

- ✓ Calefacción: acumulador de 1500 l
- ✓ ACS: acumulador de inercia Hygienik de 1000 l con un módulo de producción instantánea de 50 l/min para la producción de ACS.
- ✓ Refrigeración: acumulador de inercia de 500 l.

➤ Captación

- ✓ Potencia entregada según EN 14511: 46.4 kW
- ✓ COP según EN 14511: 3.8

$$Potencia\ Evaporador = [Potencia\ Calefacción \times (COP - 1)] / COP$$

$$Potencia\ Evaporador = \frac{46.4\text{ kW} \times (3.8 - 1)}{3.8} = 34.2\text{ kW}$$

$$Longitud\ de\ la\ sonda = \frac{Potencia\ del\ evaporador\ (W)}{Capacidad\ térmica\ (W / m)} = \frac{34.200\text{ W}}{50\text{ W / m}} = 683.8\text{ m}$$

- Captación vertical de 7 perforaciones de 100 m cada una, sonda PE100 32 x 2.9 doble U.

9. CASOS PRACTICOS (VII)



Vivienda Unifamiliar en Ponferrada (León)

Esquema de la instalación



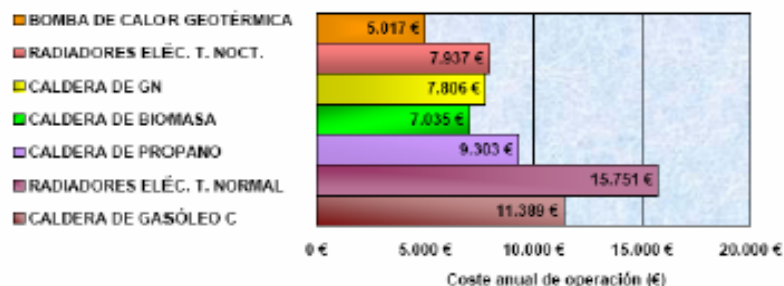
9. CASOS PRACTICOS (VIII)



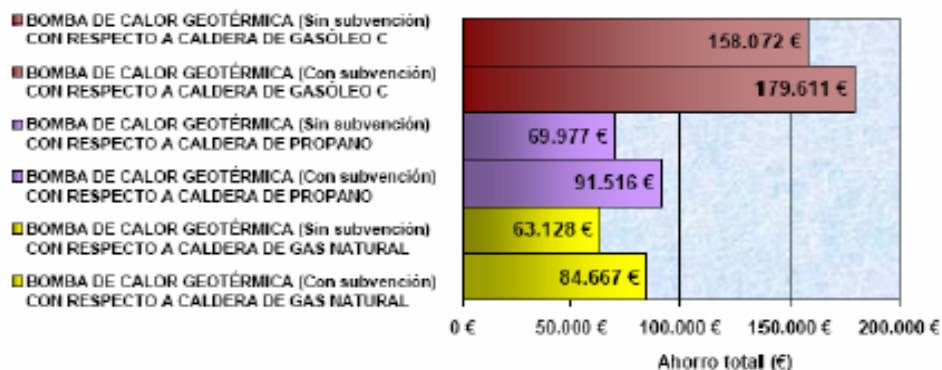
Vivienda Unifamiliar en Ponferrada (León)

Estudio Económico

COMPARATIVA DE COSTES ANUALES



AHORRO TOTAL ACUMULADO EN € (16 AÑOS)



MUCHAS GRACIAS

