



LA CLIMATIZACIÓN GEOTÉRMICA DE EDIFICIOS

**JORNADA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y AHORRO ENERGÉTICO EN
AYUNTAMIENTOS**

Cámara de Comercio e Industria de Zaragoza

30 de marzo de 2009

Teresa Magraner Benedicto

Directora de Energesis Ingeniería S.L.

La energía geotérmica

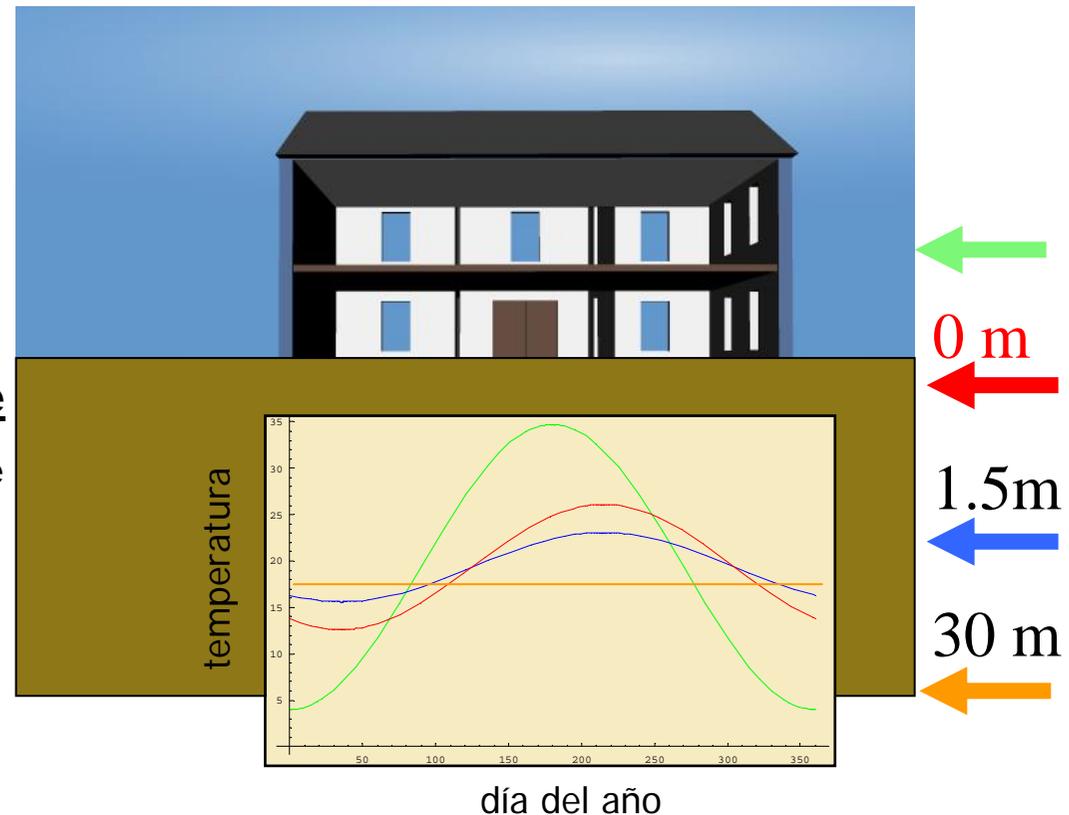
La **energía geotérmica de baja entalpía** basa su principio en la capacidad que tiene la tierra para acumular el **calor procedente del sol**, manteniendo una temperatura prácticamente constante a lo largo del año a partir de determinada profundidad

✓ Es una **energía renovable**

(Libro Blanco Energía para el Futuro
Fuentes de Energías Renovables)

✓ Es un **sistema muy eficiente**

Al trabajar con un salto térmico menor que los sistemas convencionales

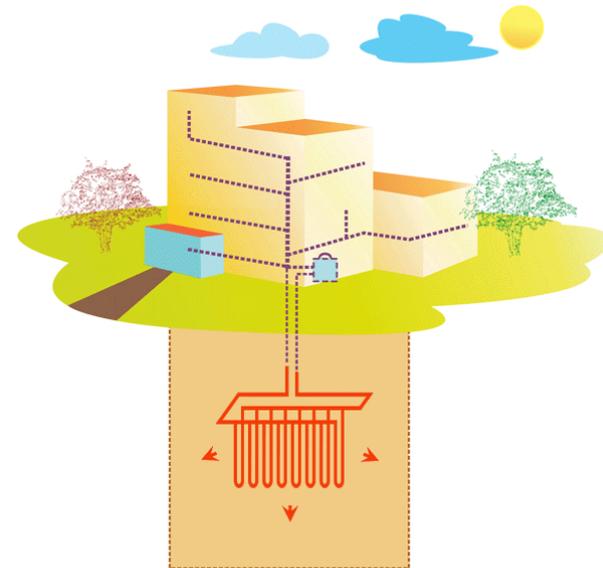


Elementos de la Bomba de Calor Geotérmica

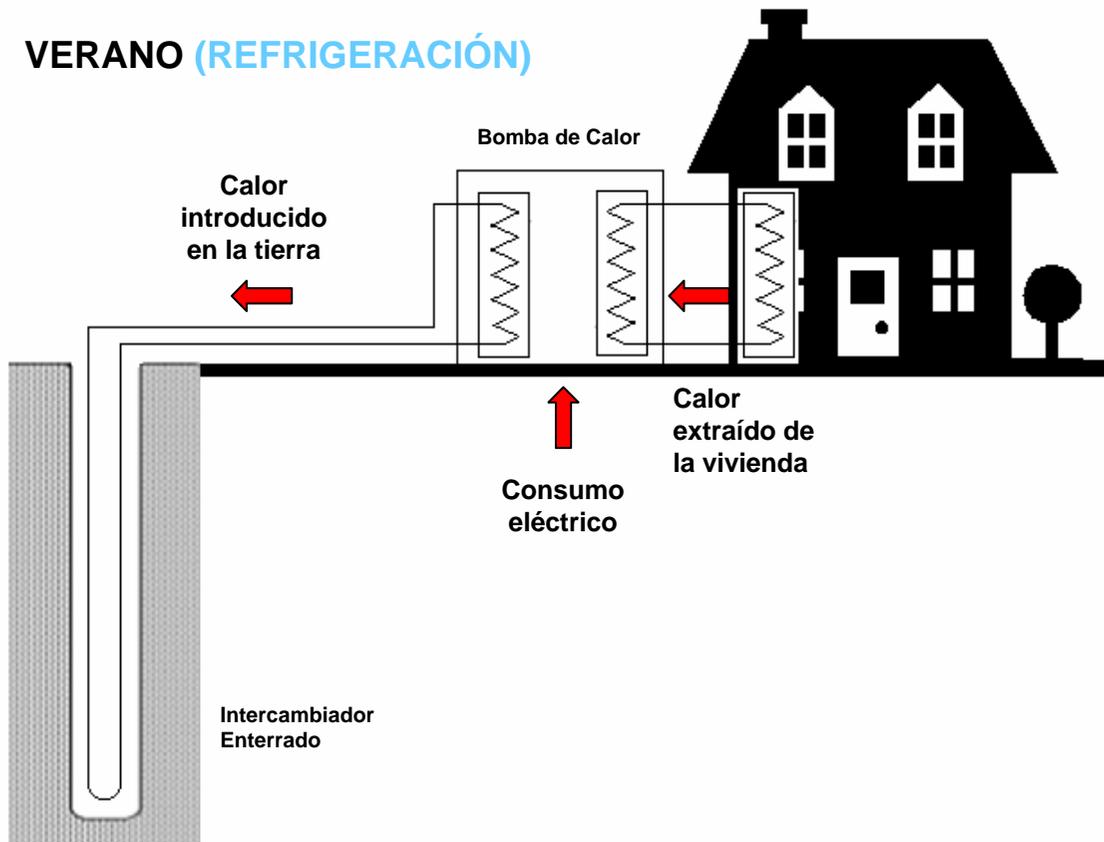
Una **Bomba de Calor Geotérmica** es un sistema que cede y absorbe calor del terreno a través de un conjunto enterrado de tuberías plásticas de alta densidad.

Está formada por:

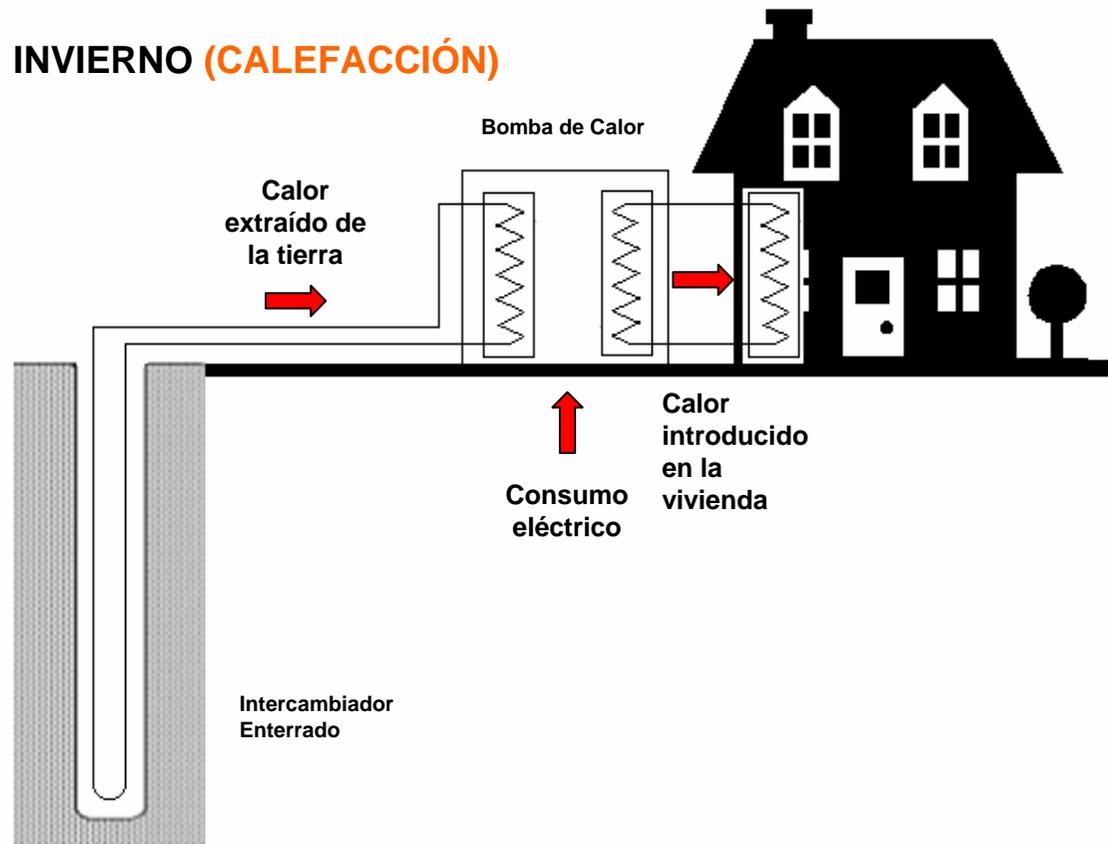
- ✓ una gran masa térmica (suelo) que permite ceder/extraer calor
- ✓ un conjunto de tuberías enterradas por las que circula agua/anticongelante (intercambiador enterrado)
- ✓ sistema hidráulico
- ✓ bomba de calor agua/agua → sistema interior



Modo de funcionamiento



Modo de funcionamiento



Sistemas relacionados con la bomba de calor geotérmica



- Disponibilidad (lagos/mar)
- Trabas Legislación?
- Límite potencia

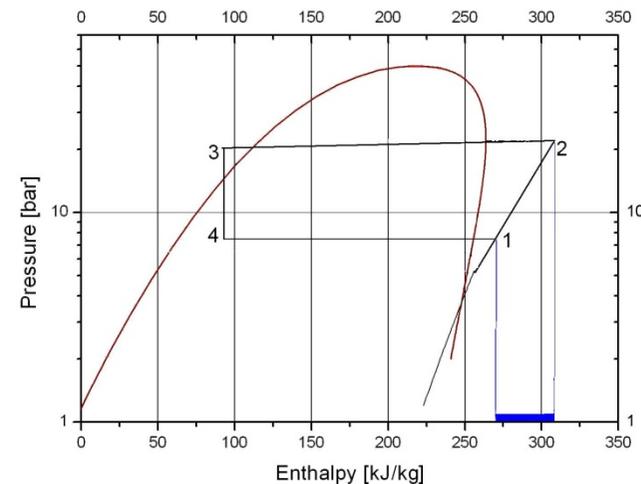
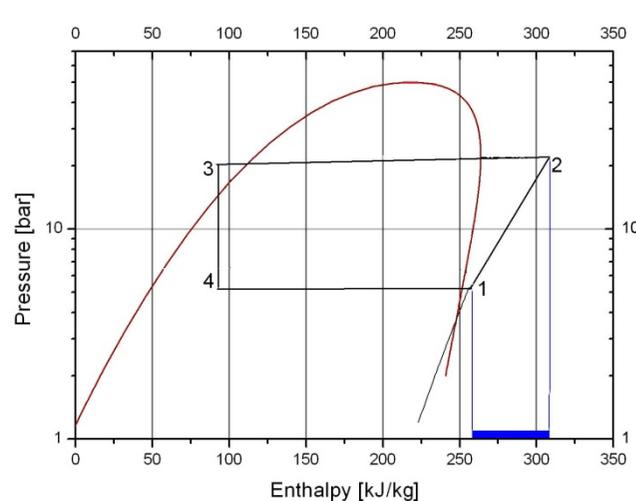


- Caudal suficiente
- Trabas Legislación?
- Reinyección

Ventajas de la Bomba de Calor Geotérmica

1- Ahorro energético

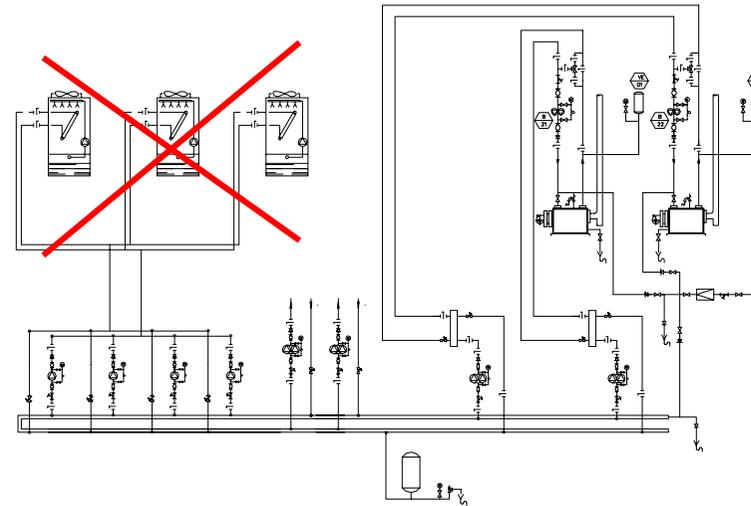
Utiliza la habilidad natural del terreno de almacenar calor para permitir una **mejora de la eficiencia energética** del sistema (\cong 50% bomba de calor convencional, \cong 70% caldera)



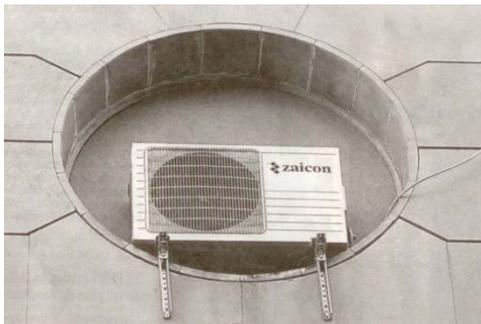
*Al disminuir el salto térmico entre focos
el trabajo realizado por el compresor es menor*

2- Bioseguridad

El sistema elimina las torres de refrigeración, y por tanto, el riesgo de legionelosis



3- Integración arquitectónica



Desaparecen los elementos externos en fachadas y cubiertas

4- Otras ventajas

- ✓ Reducción de las emisiones de CO2 facilitando el cumplimiento del Protocolo de Kioto
- ✓ Reducción de los costes de mantenimiento respecto a los sistemas convencionales
- ✓ Aumento de la vida útil de la instalación
- ✓ Menor nivel sonoro que los sistemas de climatización convencionales
- ✓ Es una energía renovable por lo que existen subvenciones y esquemas de financiación especiales para su instalación
- ✓ Es una tecnología ampliamente extendida en otros países (mayormente, pero no sólo, de clima frío)

BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS EN LA UNIÓN EUROPEA (AÑO 2005)		
	Nº de unidades	Capacidad total (MW)
SUECIA	220.115	2.016,9
ALEMANIA	61.912	804,8
FRANCIA	67.820	746
AUSTRIA	35.847	716,1
FINLANDIA	33.500	335
PAÍSES BAJOS	1.600	235,5
ITALIA	6.000	120
POLONIA	8.100	104,9
DINAMARCA	6.700	80,4
BÉLGICA	5.000	60
REPÚBLICA CHECA	3.727	61
IRLANDA	1.500	19,6
ESTONIA	2.190	20,7
LITUANIA	4	13,6
REINO UNIDO	550	10,2
GRECIA	319	4
HUNGRÍA	230	6,5
ESLOVENIA	300	3,4
ESLOVAQUIA	10	1,6
PORTUGAL	1	0,2
LETONIA	10	0,2
TOTAL UNIÓN EUROPEA	455.435	5.379

Fuente: Comisión Europea New and Renewable Energy - Geothermal Energy

http://europa.eu.int/comm/energy/res/sectors/geothermal_energy_en.htm

Implantación del sistema en España

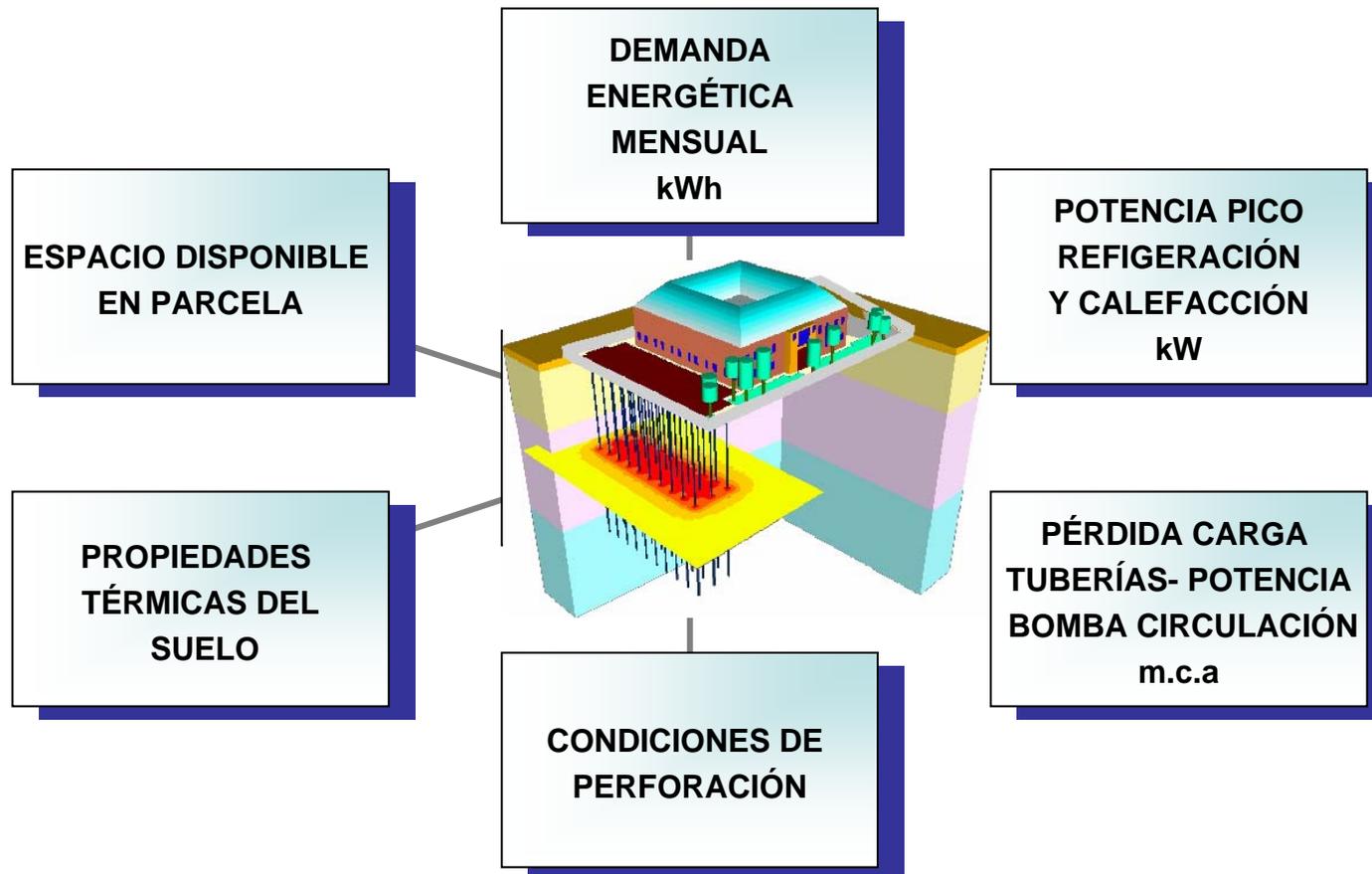
BARRERAS

- Desconocimiento del público y instituciones →
- Mayor costo inicial →
- Mayor complejidad de ingeniería (diseño, ejecución, excavación,...) →

INCENTIVOS

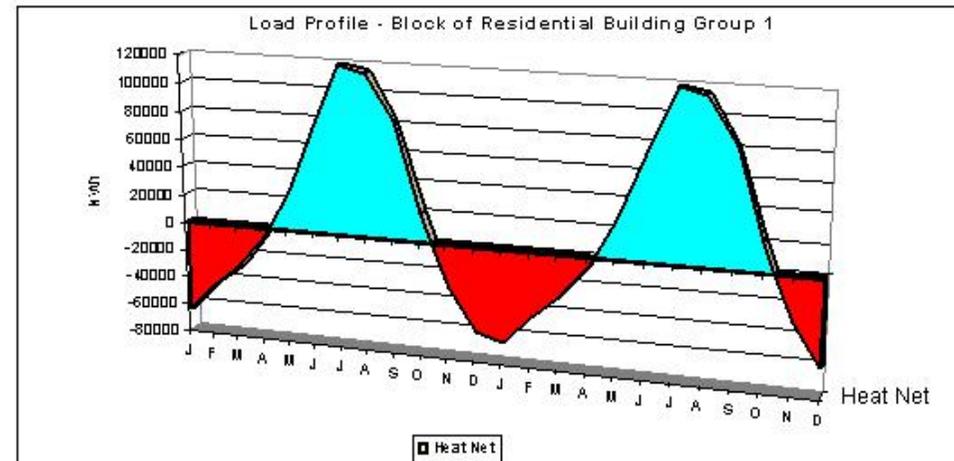
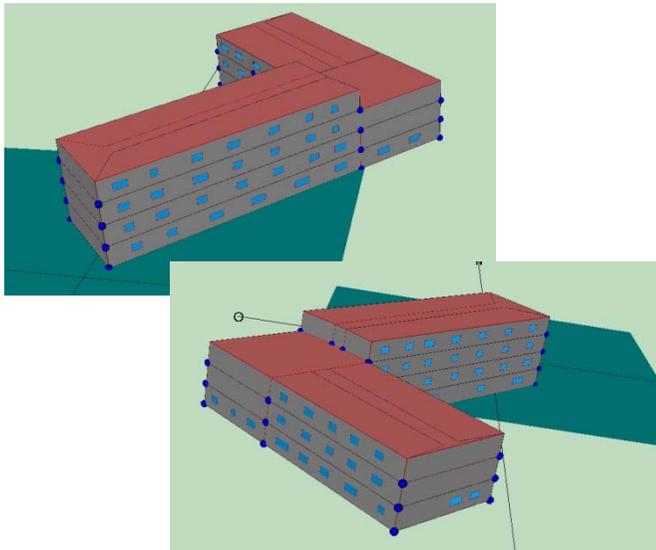
- Sistemas innovadores en España ampliamente reconocidos internacionalmente
- Elevados porcentajes de ahorro energéticos/económicos
- Atractivos periodos de retorno
- Subvenciones y esquemas de financiación especiales por ser una energía renovable
- Menor mantenimiento y mayor vida útil
- ÁMBITO LEGISLATIVO FAVORABLE

Diseño de un sistema de climatización geotérmica



Demanda energética del edificio

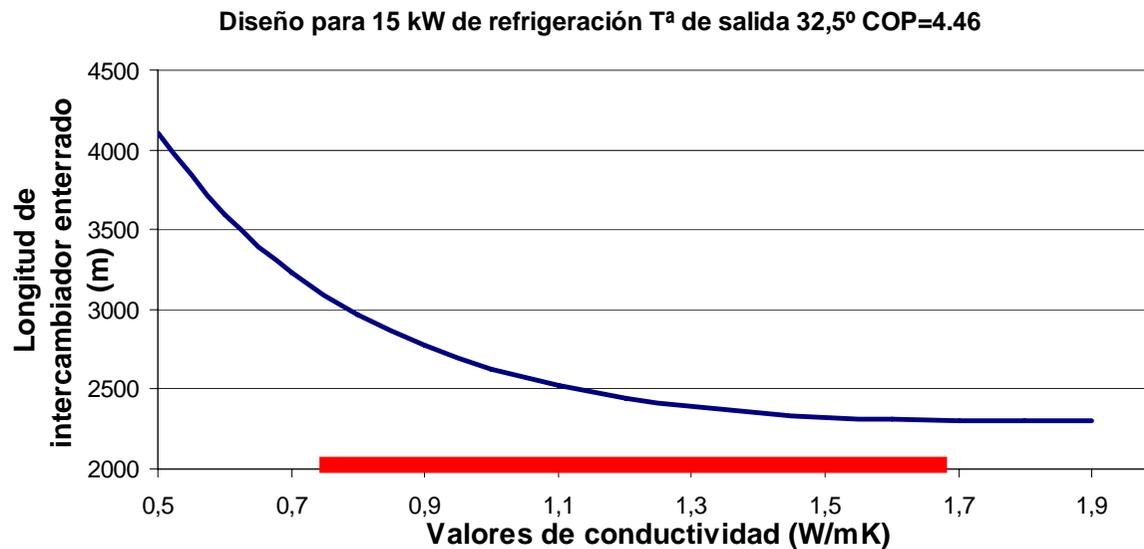
- ✓ requerimientos pico (influye en la evolución “rápida” de las temperaturas)
- ✓ perfil de carga estacional (influye en la evolución de temperaturas del terreno a largo plazo)



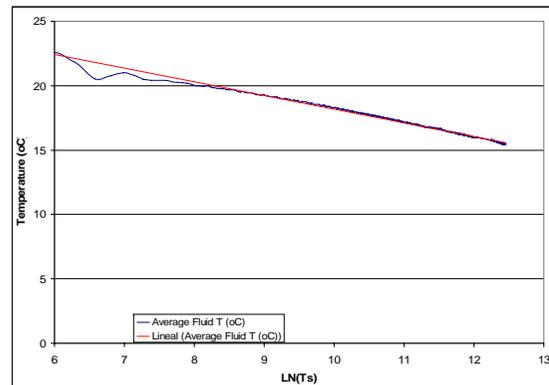
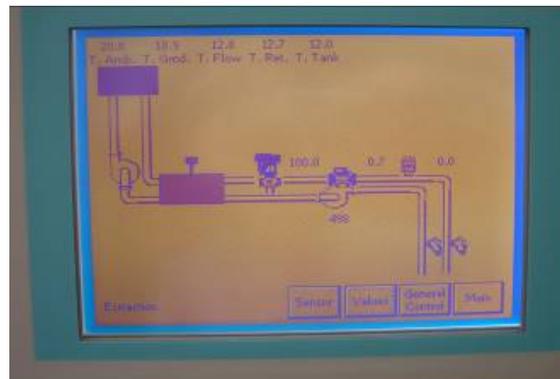
Estudio de las propiedades del terreno

La caracterización de las propiedades térmicas del suelo (**conductividad y difusividad**) es fundamental para realizar un buen diseño y disminuir costes.

✓ Ejemplo: diseño en Valencia de un sistema horizontal



Estudio de las propiedades del terreno



MEDIDA DE LA
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA
"IN SITU" DE LA PARCELA

**LABORATORIO MÓVIL
DE CARACTERIZACIÓN
TÉRMICA DEL SUELO**

Diseño del bucle hidráulico

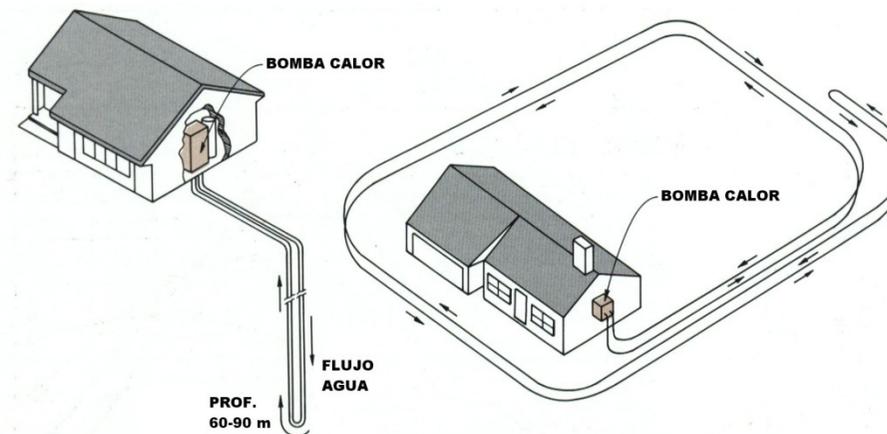
El **intercambiador de calor enterrado** se puede diseñar horizontal o verticalmente

CONFIGURACIÓN HORIZONTAL

- buena relación coste-prestaciones
- instalación más sencilla
- para nuevas construcciones
- uso del terreno mayor
- peligro interferencia constructiva, estricta coordinación de obra

CONFIGURACIÓN VERTICAL

- minimiza área afectada
- pozos entre 50 y 150 m con material de relleno
- menor longitud relativa de tubería
- mayores costes de instalación
- mayor complejidad de obra/ingeniería



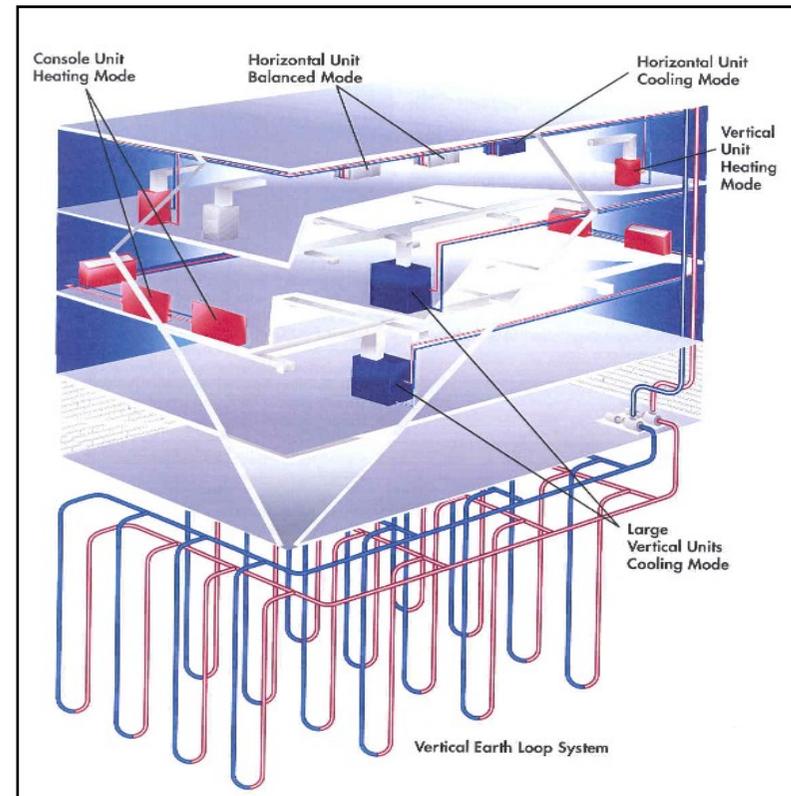
Selección de la bomba de calor

Según el sistema de distribución interior:

Bombas de calor

- **agua-aire** (conductos)
- **agua -agua** (fancoil/suelo radiante)
- **agua - refrigerante** (unidades terminales)

✓ resultado óptimo con suelo radiante en calefacción



Factores de los que depende una buena ejecución

- ✓ Técnica del sondeo
- ✓ Instalación de las tuberías
- ✓ Relleno
- ✓ Presurización y pruebas
- ✓ Coordinación exacta de la obra



Análisis económico de los sistemas de climatización geotérmica

$$\text{PERIODO DE RETORNO} = \frac{\text{Sobrecoste de la instalación respecto a un sistema convencional}}{\text{Ahorros económico en la explotación}}$$

Sobrecoste de la instalación

- ✓ perforaciones y/o obra civil
 - ✓ conexiones de fontanería
- } Intercambiador enterrado

Ahorros económicos en la explotación

- ✓ ahorro en la factura energética
- ✓ ahorro en mantenimiento

Factores que influyen en el coste intercambiador

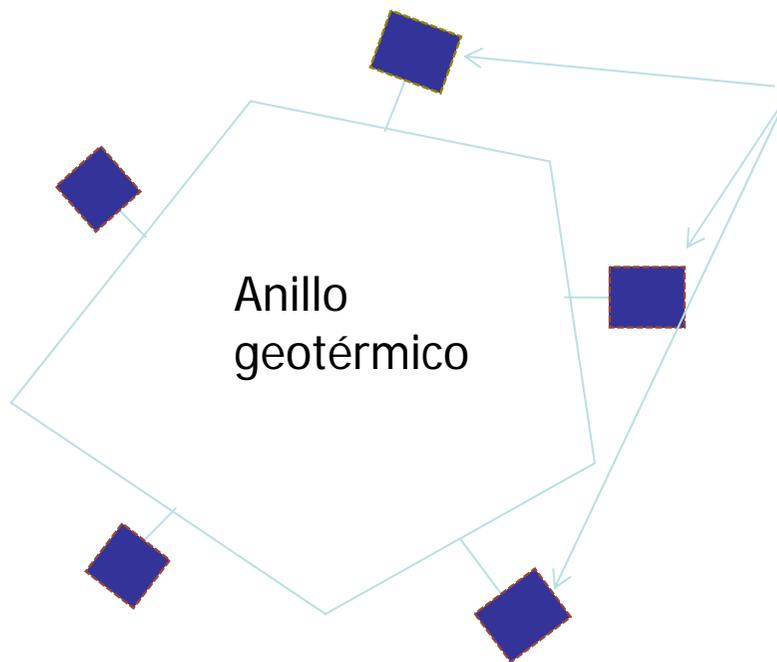
✓ tipo de terreno

- ✓ características térmicas → longitud total de intercambiador
- ✓ composición → coste de la perforación/excavación
- ✓ nivel freático → coste de la perforación/excavación
favorece intercambio energético

✓ curva de la demanda energética

- ✓ balanceada → longitud total de intercambiador
- ✓ descompensada

Caso práctico. Anillo geotérmico



Unidades
conectadas al anillo
geotérmico

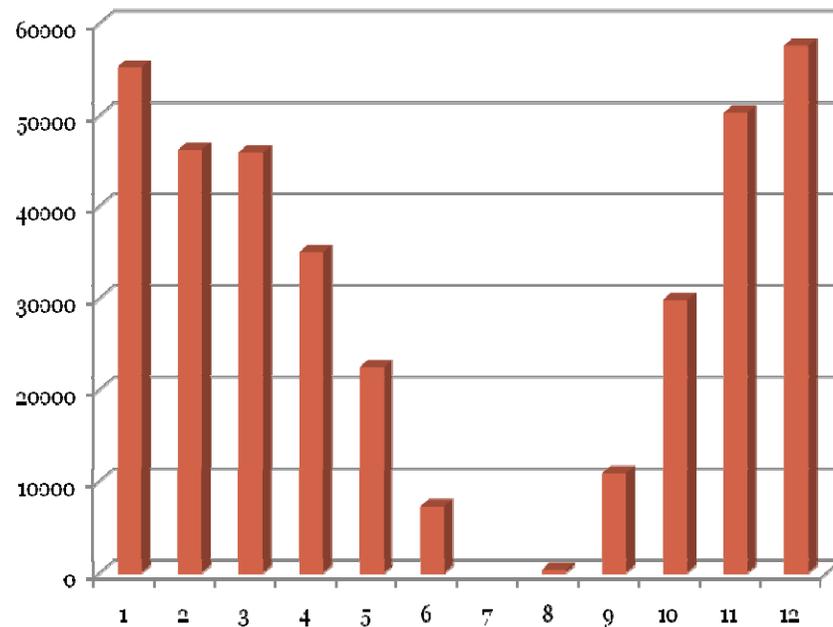
APLICACIÓN

- ✓ varios edificios cercanos con demanda térmica (calefacción, ACS, refrigeración)
- ✓ superficie disponible (zona verde, zona aparcamiento, etc)

VENTAJAS

- ✓ sistemas funcionando independientemente, con simultaneidad, de manera muy eficiente y compartiendo costes de ejecución

Caso práctico. Anillo geotérmico



Anillo geotérmico formado por 34 perforaciones de 100 metros de profundidad

Calefacción y agua caliente

Demanda total : 402.000 kWh

Potencia pico: 200 kW

Caso práctico. Anillo geotérmico

AHORRO ENERGÉTICO RESPECTO CALDERA

Coste gasóleo 0.07 €/kWh

Tarifa eléctrica 0.1 €/kWh eléctrico

COP B.C.G. : 4

Rendimiento caldera : 0.85

OPCIÓN CALDERA

Consumo energético: 474.941 kWh

Gasto anual: 33.105,00 €

OPCIÓN GEOTERMIA

Consumo energético: 100.005 kWh

Gasto anual: 10.050,00 €

Ahorro obtenido: 23.055,00 €

sin considerar ahorros en mantenimiento

Caso práctico. Anillo geotérmico

INVERSIÓN ANILLO GEOTÉRMICO (€)	
Intercambiador enterrado y colectores (perforaciones, sonda geotérmica, rellenos y pruebas de presión)	204.000
Fontanería asociada al intercambiador enterrado (colectores, válvulas de regulación, válvulas de corte, etc...)	85.000
TOTAL	289.000

Caso práctico. Anillo geotérmico

	€
PRESUPUESTO PROYECTO	289.000
Subvenciones *	126.000
COSTE INVERSIÓN (con el máximo subvencionable)	163.000
Ahorro anual factura energética (€)	23.055
PERIODO DE RETORNO ESTÁTICO DE LA INVERSIÓN	7 años

* Según CCAA (considerado hasta el 45% del coste elegible (1400 €/kW))

Sin considerar la sustitución de otros sistemas para el cumplimiento del CTE (HE-4, HE-5)

Ejemplos de instalaciones Energesis

EDIFICIO DE OFICINAS AZIMUT ELECTRONICS (GANDÍA, VALENCIA)

- ✓ de 27,5 MWh/año en calefacción y 108 MWh/año en refrigeración
- ✓ 16 perforaciones de 100 metros de profundidad + sistema de aerotermos
- ✓ ahorro energético de 34,8 MWh/año de energía eléctrica
- ✓ periodo retorno inversión aprox. 10 años (sin subvenciones ni financiaciones especiales)



Ejemplos de instalaciones Energesis

CENTRO DE RECURSOS DEL MEDIO AMBIENTAL AYTO. TORRENT (TORRENT, VALENCIA)

- ✓ 48 kW en calor, 108 kW frío (enfriadora auxiliar)
- ✓ 10 perforaciones de 90 metros de profundidad
- ✓ 3760 €/año de ahorro en la factura eléctrica
- ✓ evita la emisión de 12 tCO₂/año a la atmósfera



Ejemplos de instalaciones Energesis

ÁREA URGENCIAS AMBULATORIO OLIVA (OLIVA, VALENCIA)

- ✓ 35 kW térmicos
- ✓ sistema slinky instalado en sótano
- ✓ evitó la instalación de una nueva torre de refrigeración



Ejemplos de instalaciones Energesis

CENTRO MUNICIPAL EN PATERNA (PATERNA, VALENCIA)

- ✓ 85 kW en calor y 75 kW en frío
- ✓ sistema geotérmico combinado con una bomba de calor convencional



tmagraner@energesis.es

