



Centro Tecnológico de Eficiencia  
y Sostenibilidad Energética

**Nuevas tecnologías en climatización:  
Bomba de calor geotérmica**

# 1

## Energía Geotérmica

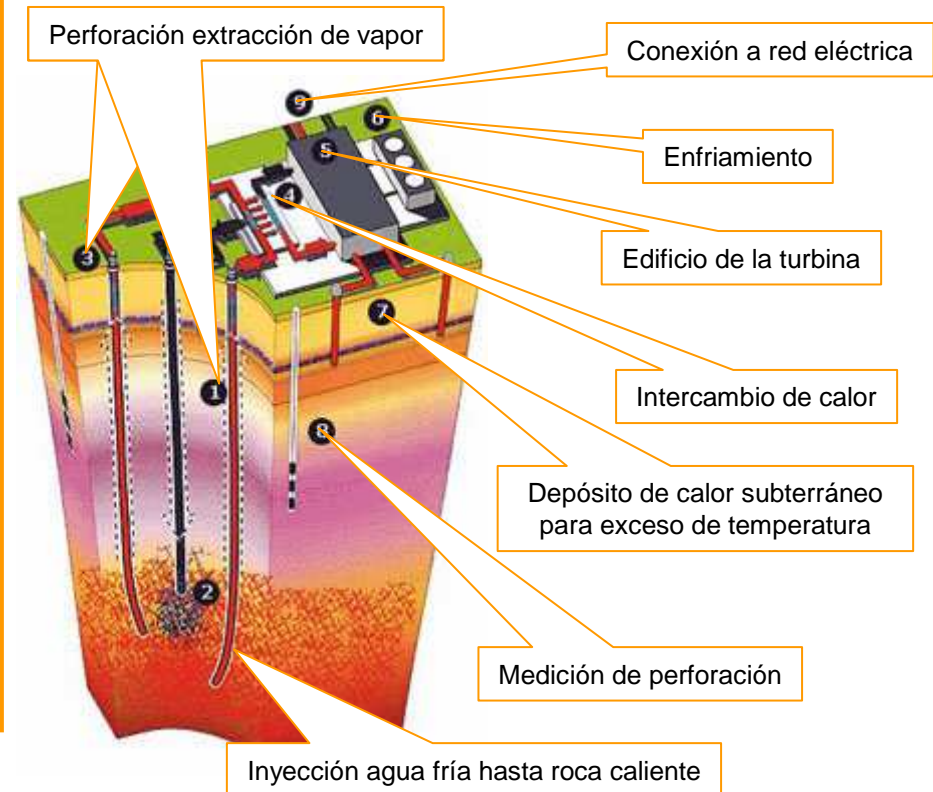
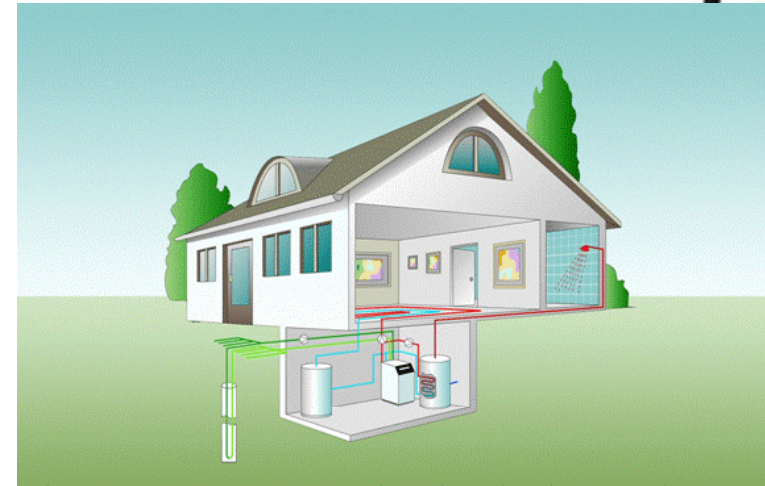
### Qué es la energía geotérmica

Energía almacenada en forma de calor en el interior de la Tierra y que genera fenómenos geológicos a escala planetaria. En una acepción más coloquial puede definirse como la **energía contenida en el interior de la Tierra que puede ser aprovechada por el hombre.**

Energía almacenada en forma de calor debajo de la superficie sólida de la Tierra. Tiene su origen en la diferencia de temperaturas que existe entre el interior de la tierra y su superficie.

#### Aplicaciones:

- Térmicas
- Climatización
- ACS
- Agricultura y alimentación
- Usos industriales
- Eléctricas
- Producción





## 2 Aplicaciones de la tecnología

“El calor de la Tierra”

<b>ALTA TEMPERATURA</b>	$t > 150^{\circ}\text{C}$	Turbinas de vapor – generadores eléctricos
<b>MEDIA TEMPERATURA</b>	$90^{\circ}\text{C} < t < 150^{\circ}\text{C}$	Puede utilizarse en centrales eléctricas y la producción de frío por absorción
<b>BAJA TEMPERATURA</b>	$30^{\circ}\text{C} < t < 90^{\circ}\text{C}$	Utilización de forma directa en procesos industriales y climatización
<b>MUY BAJA TEMPERATURA</b>	$t < 30^{\circ}\text{C}$	Climatización con Bomba de Calor Geotérmica

### Mapa geotérmico de España





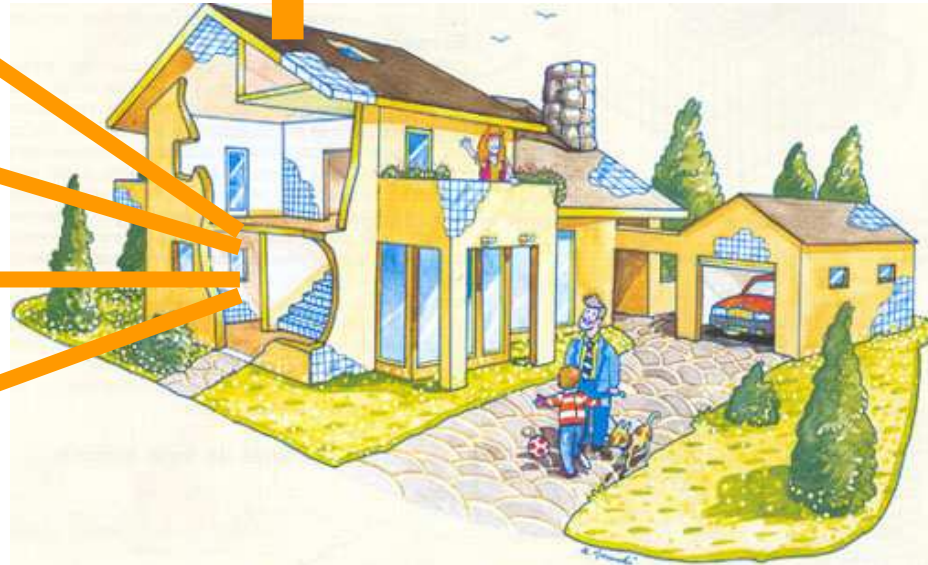
## 2 Aplicaciones de la tecnología

El consumo energético en el sector residencial y terciario supone un **24%** del total, segundo por detrás del transporte

En el interior del edificio, los mayores consumos se producen en:

- **Climatización 42%**
- ACS 26%
- Electrodom+Cocina:  
• 23%
- Iluminación: 9%

El 50% del consumo energético del edificio está ligado a la adecuada protección térmica de su envolvente (fachada, cubiertas y ventanas)







## 2 Aplicaciones de la tecnología

### Bomba de calor geotérmica

#### Definición:

Un sistema de bomba de calor geotérmica es un sistema **de producción de calor y/o de refrigeración** que aprovecha la capacidad terrestre de almacenar calor y de mantener prácticamente constante su temperatura a lo largo del año, lo cual permite obtener:

- **Mayores rendimientos** que las bombas de calor convencionales.
- **Mayores ahorros energéticos.**
- **Mayores ahorros económicos**

#### Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>:

- Comparado con gas natural: 40% menos de CO<sub>2</sub>
- Sólo la necesaria para activa el compresor de la BCG y los equipos auxiliares

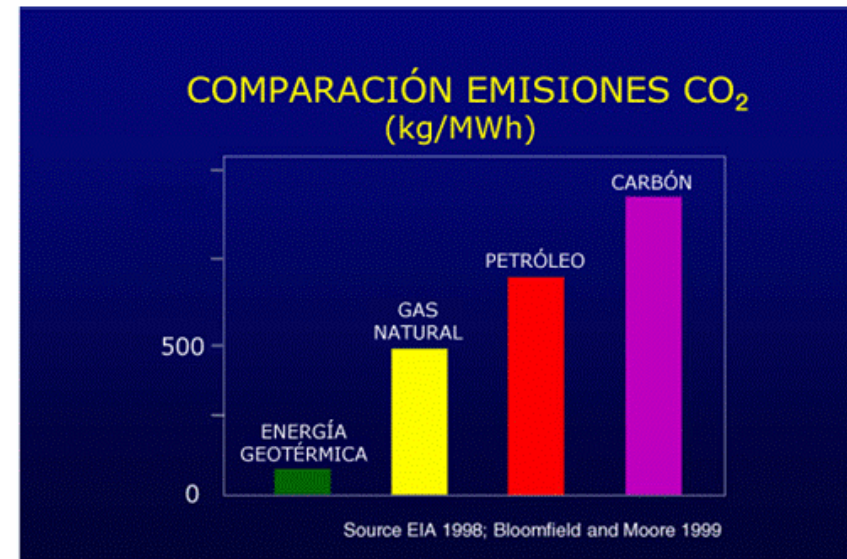


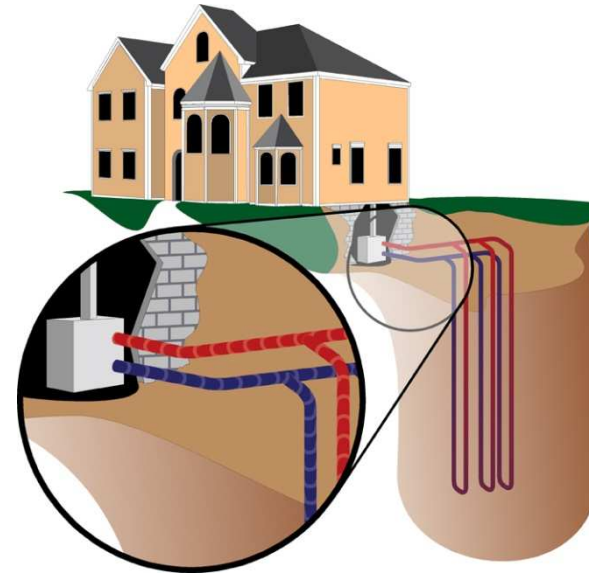
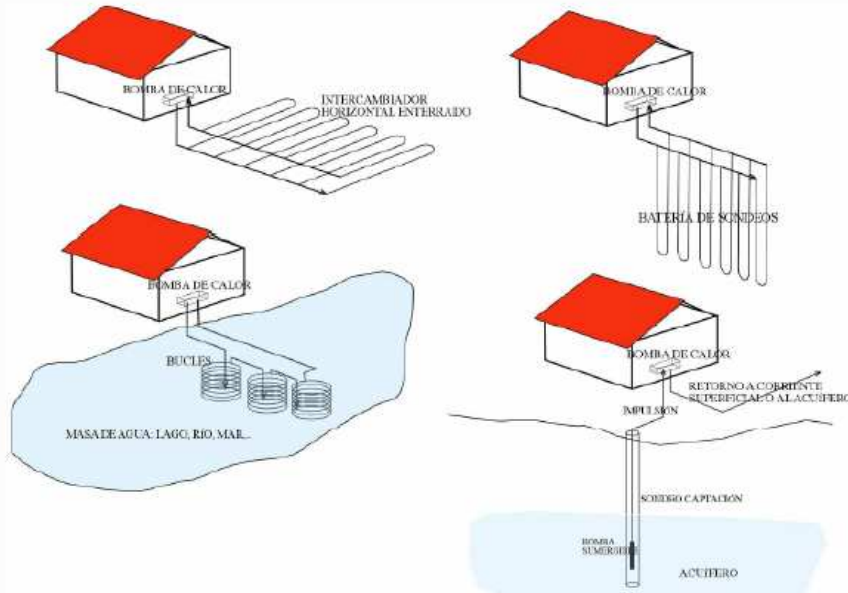
Figura 3. Comparación de emisiones de CO<sub>2</sub> en centrales eléctricas. Fuente: Geothermal Education Office. 2000



## 2 Aplicaciones de la tecnología

### Bomba de calor geotérmica

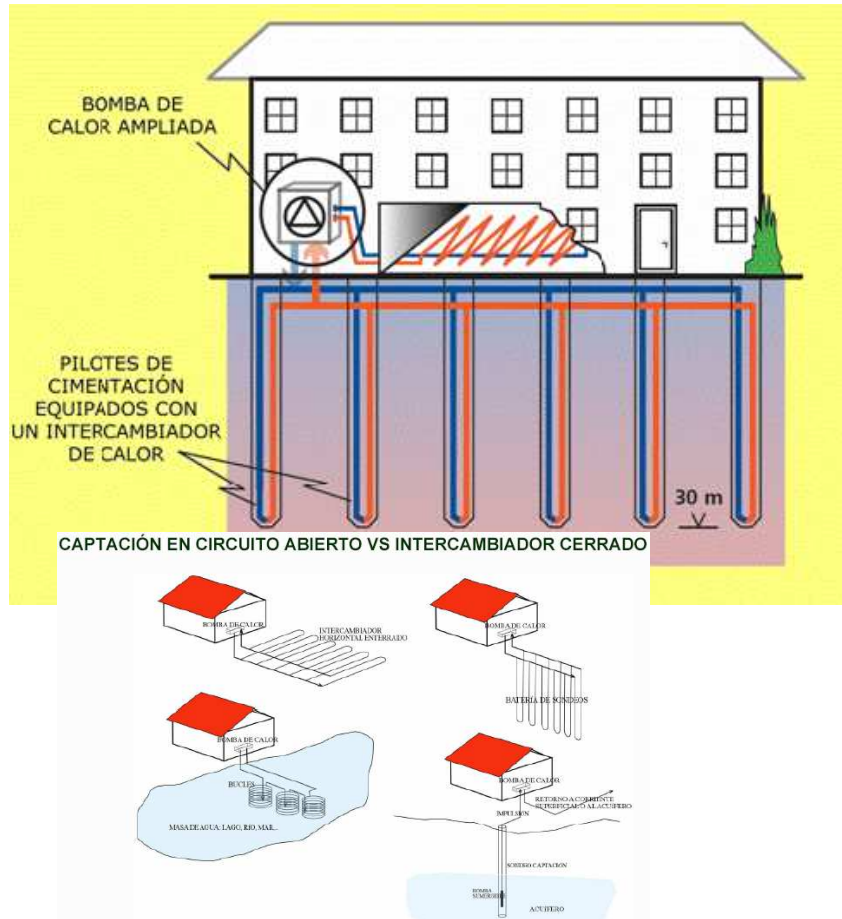
#### CAPTACIÓN EN CIRCUITO ABIERTO VS INTERCAMBIADOR CERRADO





## 2 Aplicaciones de la tecnología

### Bomba de calor geotérmica



### Sectores de Actuación

Es de aplicación en todos los subsectores del sector terciario

### Ahorros potenciales

Ahorros estimados del 30-70% en calefacción y del 20-50% en climatización

### Ventajas

- Energía totalmente **renovable e inagotable**
- Energía **limpia**, al no quemar ningún combustible, no emite CO<sub>2</sub>
- Energía **económica** dado su alto rendimiento, ahorra en energías de pago
- Energía **continua** disponible 24h sin depender del clima, el viento o la radiación solar
- Energía **para todo el mundo** por no estar localizada en países concretos como los combustibles fósiles
- Energía local asegurando la regularidad del abastecimiento y la independencias externa



## 2 Aplicaciones de la tecnología

### Bomba de calor geotérmica

#### Aplicaciones

- La aplicación de esta tecnología se extiende a todo edificio con demanda de energía térmica para climatización y agua caliente sanitaria.
- Especialmente indicada en viviendas unifamiliares con piscina, para alargar el tiempo de uso de la misma por un “módico coste explotación”.
- La BCG ofrece un elevado rendimiento energético comparado con otras tecnologías y, sobre todo, con combustibles fósiles
- Inconvenientes económicos: elevado coste. Inversión inicial fuerte.
  - Elevados precios de las BCG.
  - Elevados precios perforaciones.
- Ventajas para la red y para la política energética nacional

#### Indicadores

##### Mapa de aplicaciones:

- Residencial: entre 5kWt y 30 kWt
- Comercial y servicios: a partir de 30-50 kWt.

COP: 3-5

##### Análisis coste beneficio:

- Residencial, payback: 8 años
- Comercial / servicios: 3-5 años

##### Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>:

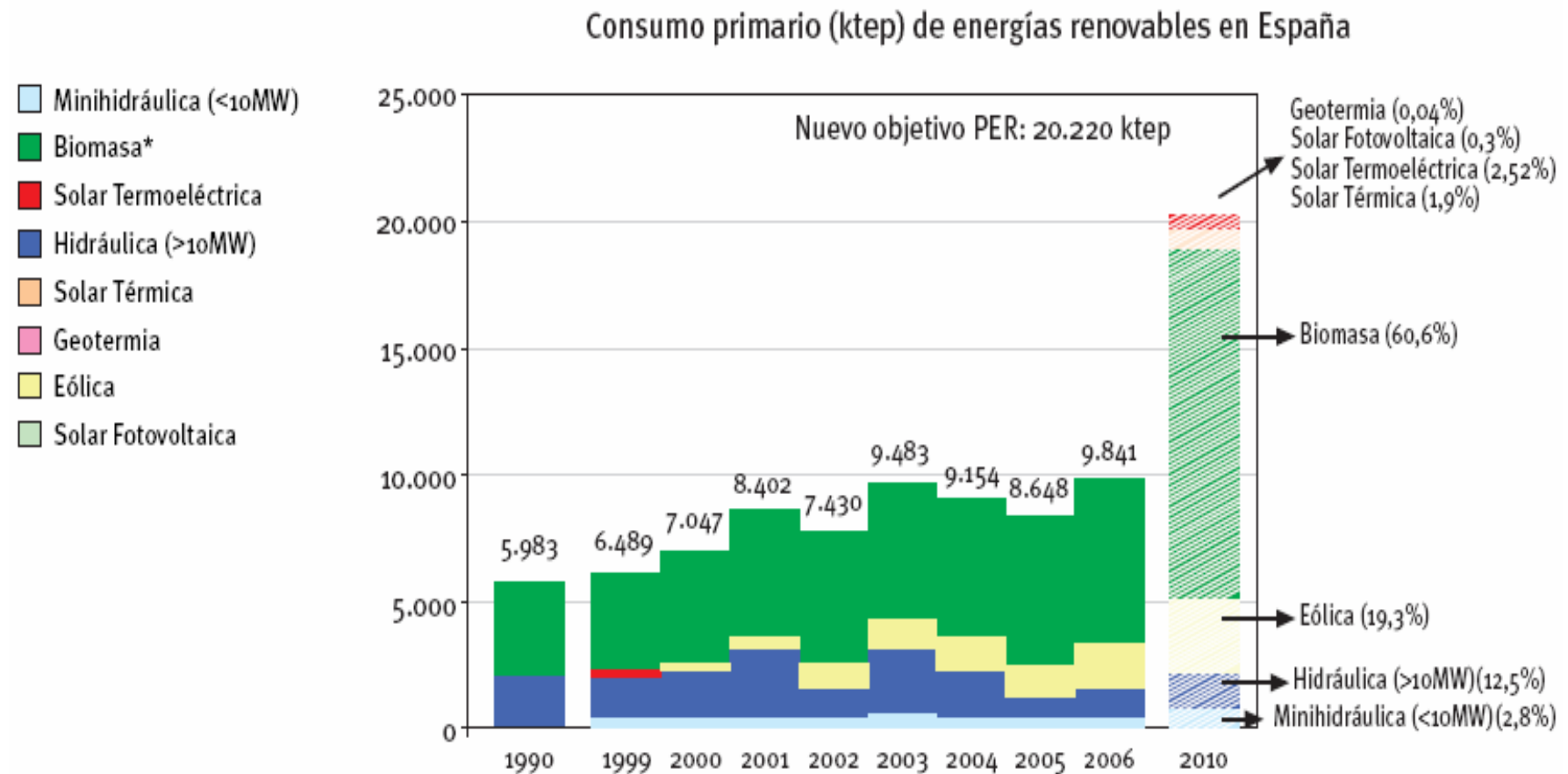
- Comparado con Gas Natural: 40% menos CO<sub>2</sub>
- Geotermia: Emisión intrínseca de CO<sub>2</sub> CERO,
- Sólo la necesaria para activar el compresor de la BCG y los equipos auxiliares





### 3 Situación del mercado español

Ratios de generación geotérmica/generación renovable y generación geotérmica/generación total  
Evolución 1990-2010



\*Incluye R.S.U., biogás y biocarburantes. Datos 2006, provisionales. Fuente: IDAE



# 3 Situación del mercado español

## Grado de madurez

### Actores

- A diferencia de otras EE.RR., la energía geotérmica tiene **escasa penetración** en España. (En Suecia, Alemania, Suiza, Austria y EE.UU. la tecnología y el mercado son maduros)
  - **Caso Estados Unidos**
    - 25% crecimiento anual
    - Más de 1 millón de instalaciones
    - Ahorro de 8 billones de kWh anuales
    - Reducción de la demanda eléctrica en 2,64 millones de kW
    - 5,9 millones de toneladas de CO2 eliminados
      - Esto supone:
        - » 1.300.000 coches menos
        - » 385 millones de árboles plantados
- Existen **pocos proveedores de equipos** a nivel mundial. En España no existen fabricantes. Existen instaladores y/o comercializadores autorizados. Unas 15 empresas en todo el país



# 3 Situación del mercado español

## Grado de madurez

### Actores

- En muchos casos, las empresas realizan dos o más fases del proyecto.  
Modelo entidad:
  - Instaladores Llave-en-mano / distribuidor
  - Perforador– sondista
  - Perforador, consultor estudios geotecnia, TRT.
  - Perforador sondista + consultor geotecnia y geotermia, ...
  - Consultor geotecnia y geotermia, desarrollador software dimensionamiento
- En general, los actores **no presentan perfil ingeniería energética ni civil**, aunque el proyecto implica ambas componentes y supervisión de obra, subcontratistas, etc
- Disponibilidad de equipos comerciales:
  - BCG: Media. Elevado coste.
  - Equipos perforación: media (plazo de espera prolongados a 1 año); además en muchos casos hay que recurrir a perforadores no especializados.
  - Intercambiadores: Alta. En general se importan, pero existen fabricantes en España.



# 3 Situación del mercado español

Tendencias y tecnologías de mercado. **IMPULSORES**

## Medioambientales y técnicos

- ✓ Cambio climático: desarrollo sostenible
- ✓ No se generan residuos

## Legislativos

- ✓ Normativas comunidades autónomas (CAM Plan ayudas Geotermia: 1.400 €/w hasta diciembre 2008)
- ✓ Agendas Locales

## Socio - Económicos

- ✓ Aumento precio combustibles
- ✓ Reducción de la dependencia energética con respecto a otros países: competitividad economía española.
- ✓ Desarrollo social: se lleva la energía a zonas rurales
- ✓ Confort: no se requieren sistemas de ventilación, chimeneas, al no producirse gases que requieran su evacuación
- ✓ Reducción factura eléctrica. rendimiento hasta 4 veces superior a caldera convencional, gasto hasta 75% inferior
- ✓ Desarrollo de un nuevo sector de la economía creando nuevas empresas y empleo





# 3 Situación del mercado español

Tendencias y tecnologías de mercado. **BARRERAS**

## Tecnológicas

- ↓ Mayor complejidad de ingeniería: diseño, ejecución, excavación, ...)
- ↓ Dimensionamiento global del proyecto: subdimensionamiento, sobredimensionamiento
- ↓ Asociadas a la Tecnología de Prospección de Terrenos

## Medioambientales y Legislativas

- ↓ La definición y caracterización de la energía geotérmica son ambiguas.
- ↓ Necesidad de inclusión Energías Renovables

## Económico/Financieras

- ↓ La inversión inicial es elevada: Bomba de calor 40% presupuesto total y Coste prospección 60%
- ↓ Coste del terreno: dimensión en superficie (coste terreno) y en profundidad (coste perforaciones)
- ↓ Aunque el retorno de la inversión esté asegurado a medio/ largo plazo, es necesario disponer de la financiación para cubrir el coste de capital

## Socioeconómicas y de mercado

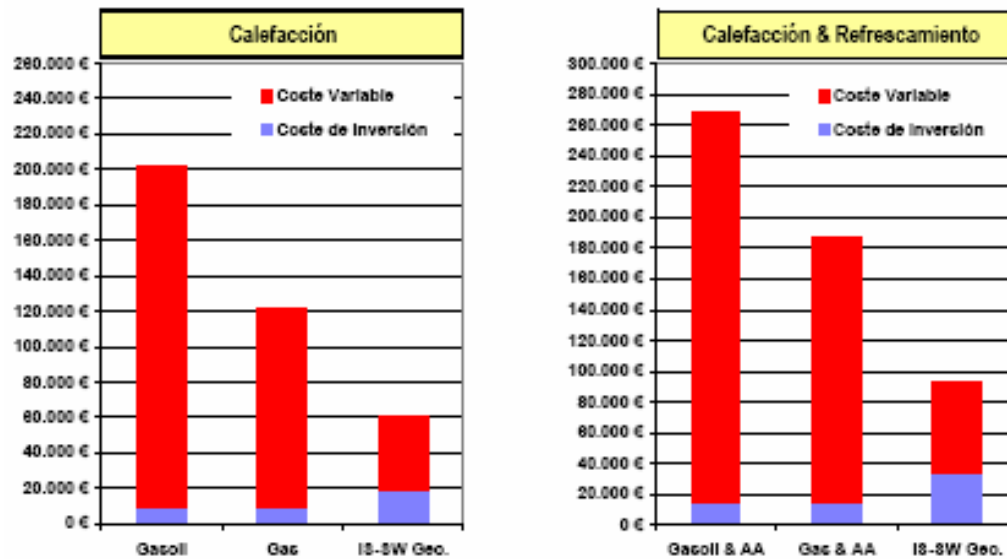
- ↓ Desconocimiento generalizado en la sociedad de la existencia de este recurso.
- ↓ Propiedad: de quién es la energía geotérmica que subyace en el subsuelo



# 4 Datos económicos

Comparativa de combustibles vs geotermia

## 1. COSTE REAL EN SU CICLO DE VIDA COMPLETO



## 2. AHORRO DESDE EL 1er DÍA

Gasoil	Gas		Gasoil & AA	Gas & AA
9.285 €	9.235 €	Diferencial de Inv.	14.126 €	14.076 €
39 €	38 €	Difer. Mens. de Inv.	59 €	59 €
297 €	81 €	Ahorro M. Energía	373 €	157 €
258 €	43 €	Ahorro Mensual	314 €	99 €

## 3. PERIODO DE AMORTIZACIÓN

Gasoil	Gas		Gasoil & AA	Gas & AA
2,3	6,1		3,5	6,7

## 4. TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR)

Gasoil	Gas		Gasoil & AA	Gas & AA
48,9%	22,2%		33,1%	19,5%

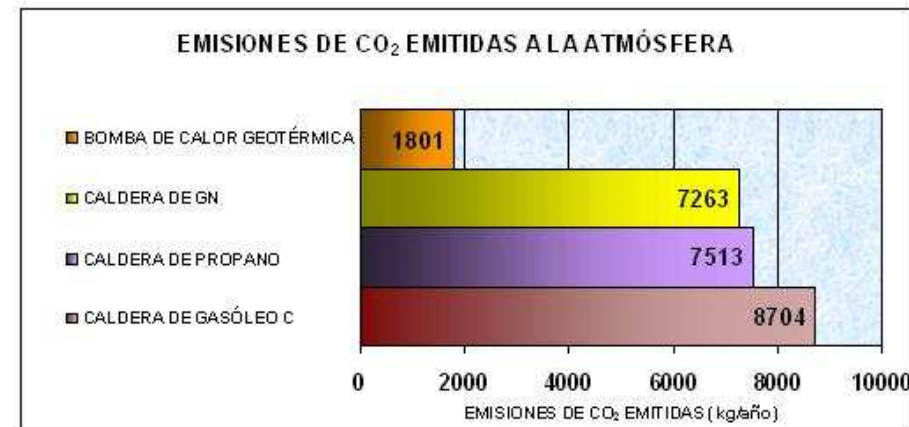
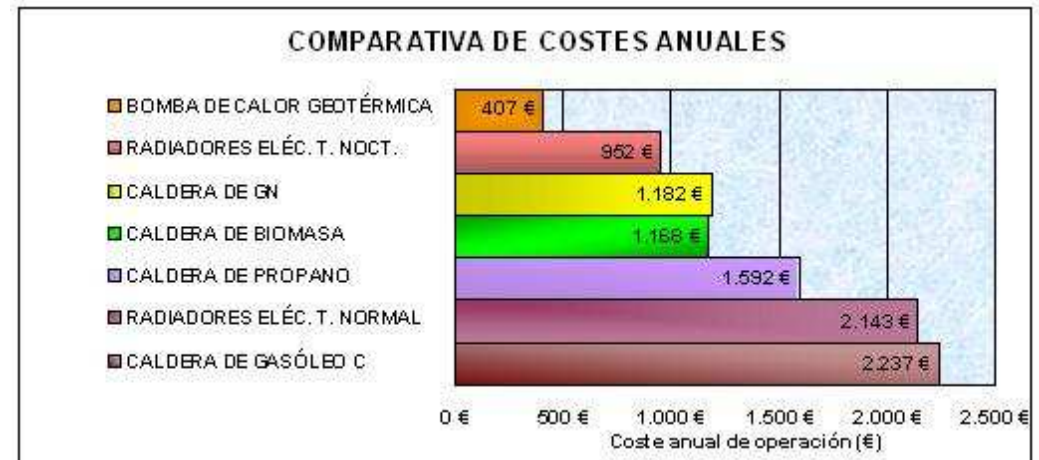
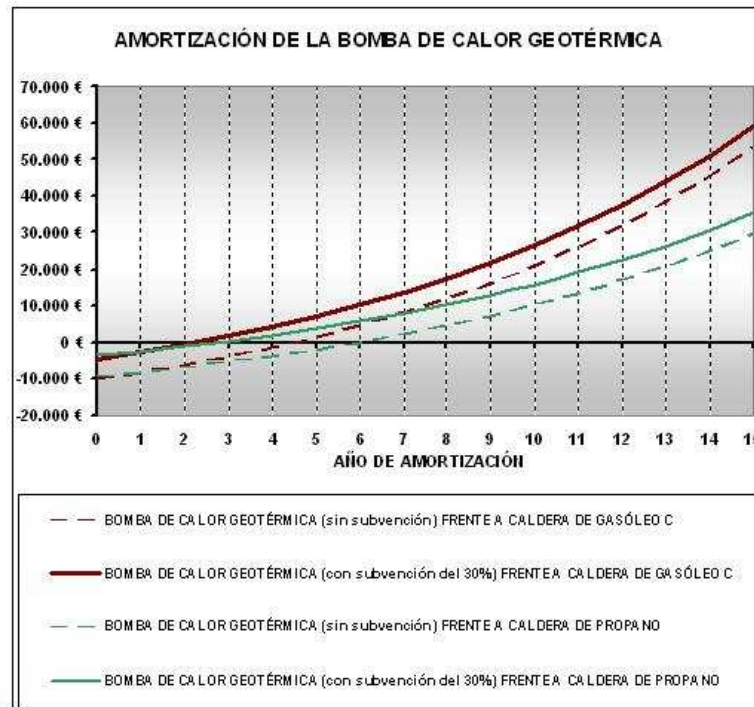
Fuente: Inmosolar



# 4 Datos económicos

Vivienda unifamiliar bien aislada de 200 m2 en clima templado

Se instaló suelo radiante  
Habitada por 4 personas  
Captación vertical  
Necesidades energéticas de energéticas de 23.000 kWh/año

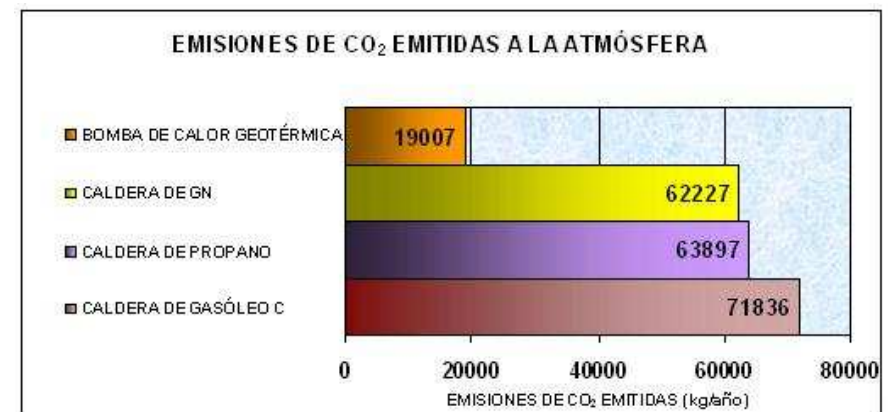
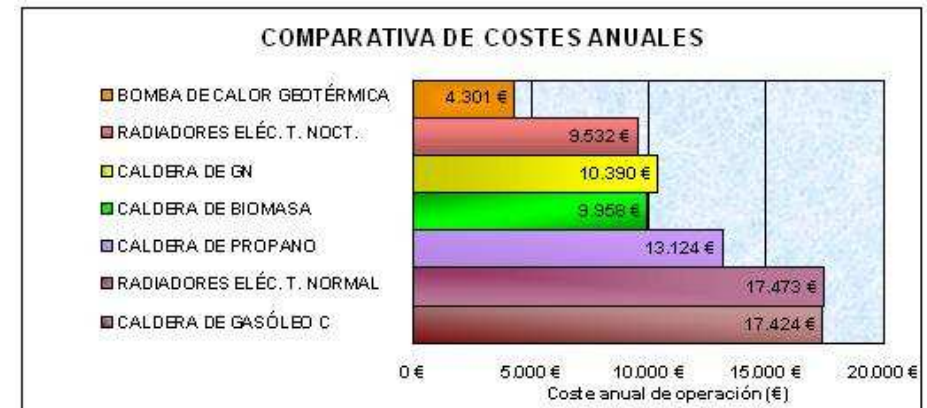
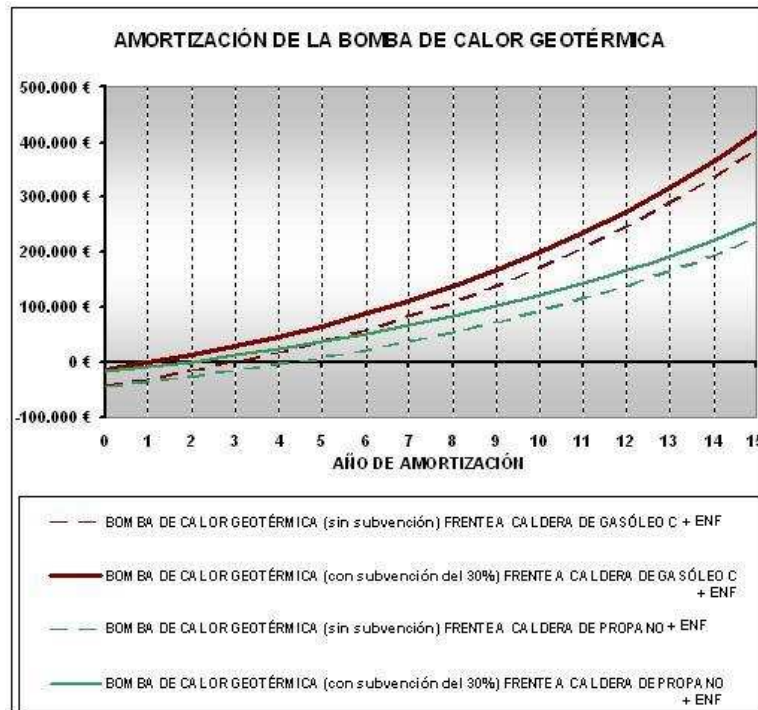




# 4 Datos económicos

Edificio de oficinas 1.000 m2

Se climatizó por fancoils, con producción de ACS y captación vertical, teniendo unas necesidades energéticas de 220.800 kWh/año de calefacción, refrigeración y ACS.







Centro Tecnológico de Eficiencia  
y Sostenibilidad Energética

Edificio Isaac Newton.  
Lagoas Marcosende, s/n.  
36310, Vigo (Pontevedra)  
T\_986 818 666. F\_986 86 665  
energylab@energylab.es  
[www.energylab.es](http://www.energylab.es)