geoplat
PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE GEOTERMIA
Visión a
2030
UNION EUROPEA
FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
GOBIERNO
DE ESPAÑA
MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

# índice


Resumen ejecutivo 3

Introducción 6

Antecedentes y situación actual 15
- Tecnologías geotérmicas 15
- Marco regulatorio 24
- Formación 28

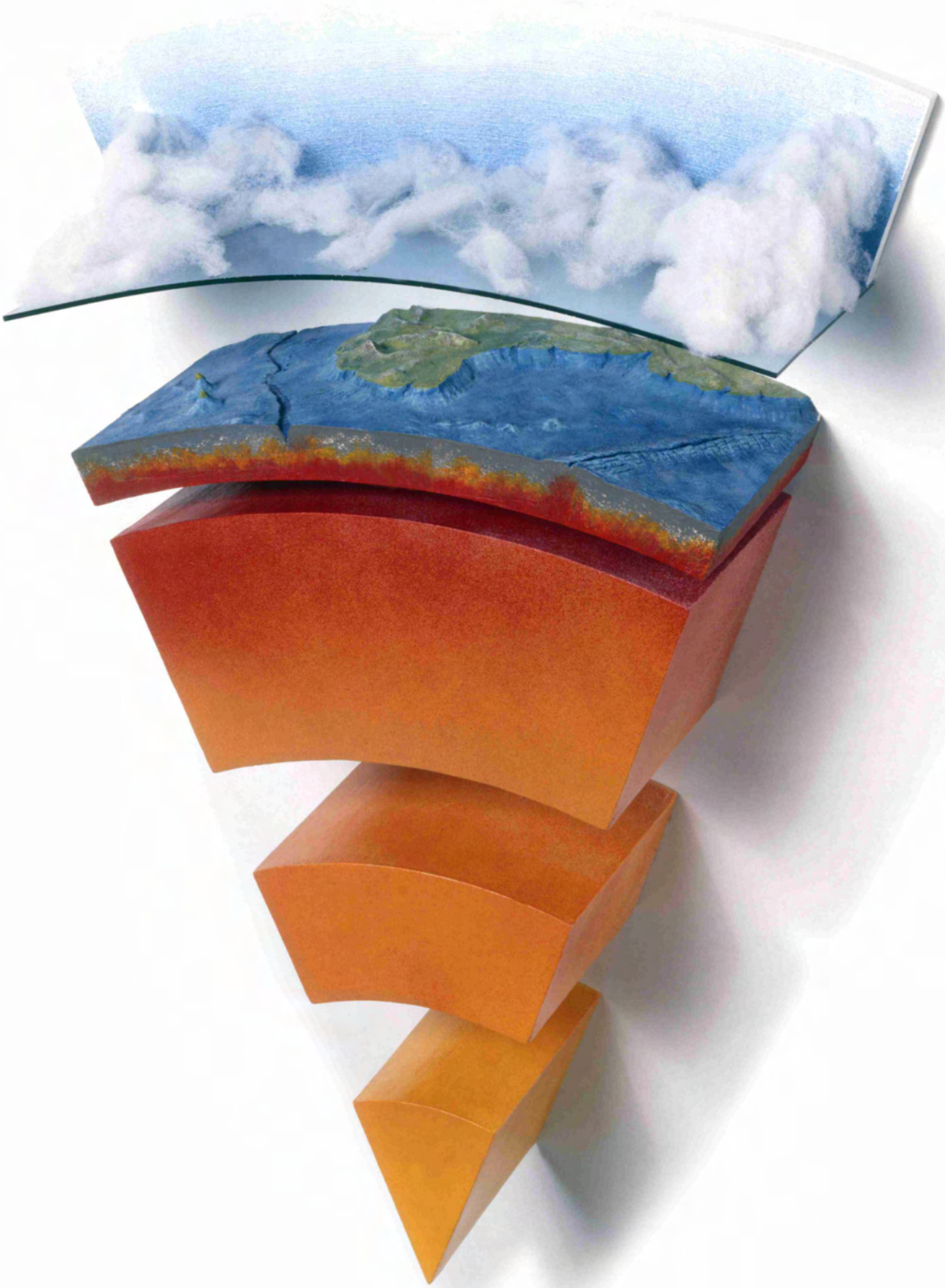
Potencial geotérmico en España 30

Retos y oportunidades para el futuro 37
- Mercado y posicionamiento de la geotermia 37
- Sostenibilidad 39
- Adecuación del marco legal actual 40
- Fomento del desarrollo tecnológico 41
- Formación de profesionales cualificados 42

Visión a 2030 44
- Criterios previos de sostenibilidad 44
- Escenarios de visión 45
- Objetivos estratégicos 46
- Consideraciones para alcanzar los objetivos 48
- Beneficios esperados 49

Referencias 50

Agradecimientos 51



# 1

# Resumen Ejecutivo

La aprobación por el Parlamento Europeo de la nueva Directiva Europea de Energías Renovables *(Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables)* en junio de 2009, supone un importante respaldo al desarrollo de la energía térmica a partir de fuentes renovables en general, y de la energía geotérmica en particular; ya que por primera vez las energías procedentes de fuentes renovables para la calefacción y refrigeración van a ser computadas en el cálculo de la cuota de energía renovable a cumplir por cada Estado Miembro en el año 2020, fijada en un 20% de la energía total.

La importancia de los usos térmicos, 48% de la energía final consumida en Europa en 2007, ha sido tradicionalmente obviada frente a la generación eléctrica con fuentes renovables. En nuestro país, con unas demandas térmicas en calefacción sensiblemente inferiores a la media europea, este fenómeno se ha visto acentuado ignorándose la amenaza que supone, especialmente para el sistema de generación y distribución eléctrica, el incremento incesante de la demanda de refrigeración.

Y es precisamente en el contexto de este sistema de generación español en el que paulatinamente las energías renovables van adquiriendo un mayor peso, donde la energía geotérmica de alta entalpía ofrece un enorme potencial para la generación eléctrica en continuo, añadiendo de esta manera fiabilidad y estabilidad a la red. El desarrollo e implantación de nuevas técnicas de aprovechamiento de la energía almacenada en las formaciones profundas, junto a la ya mencionada bondad de su gestionabilidad, pueden abrir el camino al despegue de esta energía en los próximos años.

La energía geotérmica ha permanecido fuera del panorama energético nacional hasta fechas recientes. Las experiencias llevadas a cabo en la década de los 80 dieron paso, por distintas causas, a un período de más

de diez años en los que la energía geotérmica ha quedado al margen de la planificación energética española. La introducción de la tecnología del intercambio geotérmico, para el aprovechamiento de los recursos geotérmicos de baja temperatura, y los proyectos en yacimientos estimulados, desarrollados en distintas partes del mundo, han reactivado el interés por esta energía.

Son destacables algunas características de la geotermia, alguna ya señalada, que han permitido de nuevo el repunte de esta energía en el contexto mundial:

LAS ESTIMACIONES REALIZADAS PARA ENERGÍA GEOTÉRMICA SOMERA PREVÉN QUE LA POTENCIA INSTALADA PUEDA EVOLUCIONAR, EN LOS PRÓXIMOS AÑOS, DESDE LOS 80 MW ACTUALES A UNOS 1.000 MW EN EL AÑO 2020, Y A UNOS 3.000 MW EN EL AÑO 2030.

- Es una energía renovable ligada al subsuelo más o menos profundo, que puede y debe ser aprovechada de forma sostenible.
- Es una energía cuya producción puede ser mantenida sin sufrir variaciones de suministro ni limitaciones en ningún momento.
- Es una energía respetuosa con el medio ambiente y no produce emisiones contaminantes.
- Es compatible con otros recursos naturales, y su investigación y aprovechamiento puede ser llevado a cabo con garantías de mínima interferencia con el aprovechamiento actual y futuro de otros recursos.
- Es una energía que requiere una significativa inversión económica inicial; sin embargo cuenta con unos bajísimos costes de mantenimiento y explotación, lo que permite tiempos de retorno de la inversión moderadamente bajos.
- Puede contribuir de manera muy eficiente a los planteamientos y exigencias energéticas de las nuevas edificaciones, en los aspectos de climatización, agua caliente sanitaria (ACS) y aireación.
- Además de los usos en climatización de locales y agua caliente sanitaria (ACS), existen importantes sectores industriales que demandan este tipo de energía para la mejora de sus sistemas de suministro energético: invernaderos, piscicultura, secaderos, desalinización, obras públicas, etc.

La energía geotérmica somera puede contribuir significativamente al cumplimiento de los objetivos nacionales de generación con energías renovables, establecidos tanto en la nueva Directiva Europea de Energías Renovables como en el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (PAEE) 2008-2012. Se trata de una forma de generación distribuida, sin incidencia en el déficit tarifario, sin ocupación de suelo, con un impacto ambiental netamente positivo, de imposible deslocalización y con unos costes medios en el entorno de 5 millones de €/ktep.

Las estimaciones realizadas prevén que la potencia instalada pueda evolucionar, en los próximos años, desde los 80 MW actuales a unos 1.000 MW en el año 2020, y a unos 3.000 MW en el año 2030.

La energía geotérmica profunda cuenta en España con un importante potencial. Las estimaciones realizadas calculan que, contando con un marco regulatorio y financiero favorable, se puedan alcanzar una potencia instalada en el año 2020 de 1.000 MW eléctricos y 300 MW térmicos. Las previsiones al 2030 elevan estas cifras a 3.000 MW eléctricos y 1.000 MW térmicos.

Los aspectos clave que permitirán el desarrollo de la energía geotérmica en nuestro país en los escenarios planteados son:

- Fomento de la energía geotérmica mediante su inclusión en el nuevo Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020 y en el Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER), con la adopción de las medidas regulatorias precisas y la definición de programas de demostración.

- Actualización y gestión permanente del conocimiento del potencial geotérmico español.

- Desarrollo de programas de I+D+i adaptados a las particularidades del sector en España, que potencien la capacidad innovadora propiciando la reducción significativa de los costes de generación y el incremento de la eficiencia de los sistemas.

- Desarrollo de un modelo formativo y de certificación en los diferentes ámbitos de la geotermia.

LAS ESTIMACIONES REALIZADAS PARA GEOTÉRMICA PROFUNDA CALCULAN QUE, CONTANDO CON UN MARCO REGULATORIO Y FINANCIERO FAVORABLE, SE PUEDA ALCANZAR UNA POTENCIA INSTALADA EN EL AÑO 2020 DE 1.000 MW ELÉCTRICOS Y 300 MW TÉRMICOS. LAS PREVISIONES AL 2030 ELEVAN ESTAS CIFRAS A 3.000 MW ELÉCTRICOS Y 1.000 MW TÉRMICOS.

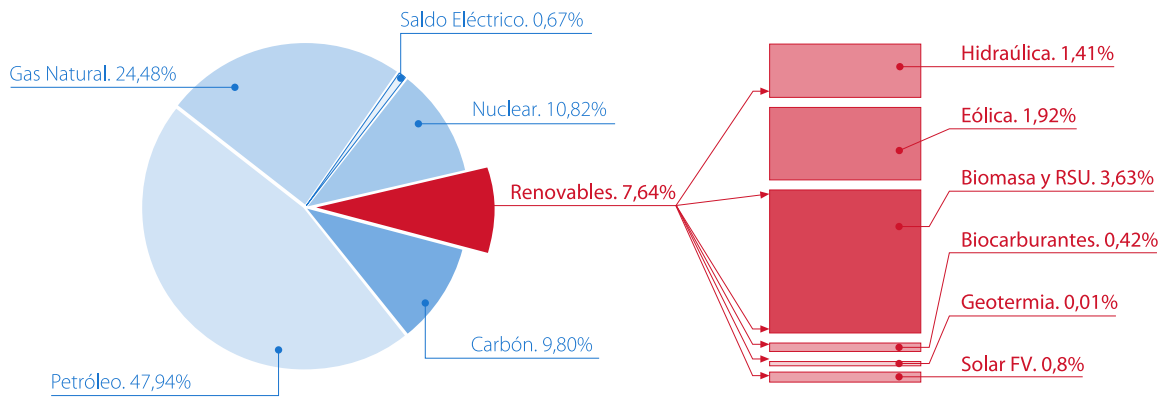
# 2 Introducción

## BENEFICIOS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

El contexto energético actual, con una imperiosa necesidad de reducir la dependencia exterior y de mejorar el aprovechamiento de los recursos disponibles, y la creciente sensibilización ambiental de la sociedad convierten a las energías renovables, junto con el ahorro y la eficiencia energética, en respuestas estratégicas a los importantes problemas planteados.

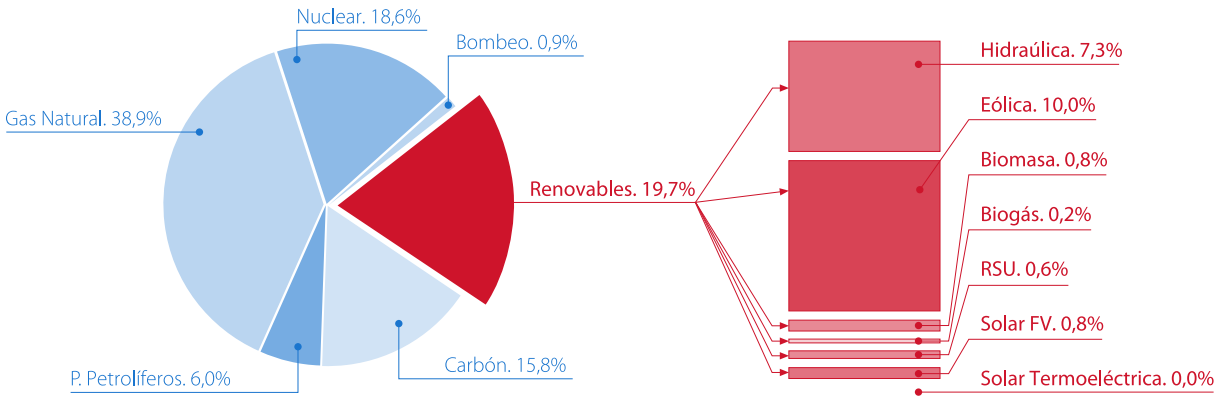
España ocupa una posición privilegiada en el ámbito de las energías renovables debido fundamentalmente a su localización geográfica y sus condiciones geofísicas. Esto, junto con un marco normativo adecuado para el desarrollo de estas nuevas fuentes de energía, han facilitado importantes avances en la producción de energía eléctrica a partir de recursos renovables. Además, se ha producido el despegue en paralelo de una industria propia capaz de promover el desarrollo tecnológico y de ser referente internacional.

### CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA POR FUENTES EN **2008**




FUENTE: MITYC/IDAE.

## ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA EN **2008**




FUENTE: MITYC/IDAE.

El sector de las energías renovables en el ámbito europeo ha generado 450.000 puestos de trabajo y alcanza una cifra de negocio de 45.000 millones de € al año. Evita la cuarta parte de las emisiones de $CO_2$, correspondientes al compromiso de la Unión Europea (en adelante UE) con el Protocolo de Kyoto, y en 2008 cubrió el 10% de la demanda de energía final en la UE.

Con el cumplimiento de los objetivos 20-20-20 en 2020 para la UE (20% reducción de emisiones, 20% energía procedente de fuentes renovables, y aumento del 20% en el rendimiento energético), se estima se llegarán a crear 2 millones de puestos de trabajo en el sector.

Los retos futuros de las energías renovables pasan por implementar el Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética (SET-Plan), que es el documento que constituye el pilar tecnológico de las políticas energéticas y climáticas de la UE. Se trata de una hoja de ruta para la investigación coordinada en el desarrollo de una cartera de tecnologías de baja emisión de carbono, limpias, eficientes, a precios asequibles, que permitan su penetración en el mercado a gran escala.

La energía geotérmica está incluida dentro de las tecnologías consideradas. SET-Plan supone un aumento de la financiación en investigación de 3.000 millones de € anuales a 8.000 millones de € anuales. En total supone un aumento de la dotación presupuestaria para investigación pública y privada de 50.000 millones de € durante los próximos 10 años.

## BENEFICIOS ESPECÍFICOS DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

Uno de los mayores beneficios de la energía geotérmica es su carácter gestionable, que permite aportar seguridad de suministro y por lo tanto estabilidad al sistema eléctrico. Además se caracteriza por unos costes de producción discretos, y cuenta con un elevado factor capacidad-producción. La geotermia presenta una oportunidad clara de desarrollo en nuestro país dado el potencial existente.

La energía geotérmica de baja entalpía está más extendida en España. Cuenta con fortalezas significativas puesto que la instalación de un sistema geotérmico de baja entalpía (normalmente asociado a una bomba de calor) implica una sustancial reducción de los costes de operación y mantenimiento frente a los sistemas convencionales de climatización. Es posible proporcionar calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS) con el mismo sistema y de manera ininterrumpida: 24 horas al día y 365 días al año.

La climatización de espacios mediante energía geotérmica de

baja temperatura tiene un gran potencial en España, con el previsible desarrollo paralelo de una potente industria de captación energética. Se trata de una energía térmica renovable que reduce la demanda eléctrica y cuenta con una gran capacidad de laminación de las puntas del consumo eléctrico.

UNO DE LOS MAYORES BENEFICIOS DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA ES SU CARÁCTER GESTIONABLE, QUE PERMITE APORTAR SEGURIDAD DE SUMINISTRO Y POR LO TANTO ESTABILIDAD AL SISTEMA ELÉCTRICO.
EN NUESTRO PAÍS PRESENTA UNA OPORTUNIDAD CLARA DE DESARROLLO DADO EL POTENCIAL EXISTENTE.

## DEFINICIONES Y DIFERENCIAS ENTRE GEOTÉRMICAS SOMERA Y PROFUNDA

La Directiva Europea de Energías Renovables (Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables) establece una definición clara de la Energía Geotérmica. Conviene también reseñar algunas otras definiciones que establece la Directiva:

| CONCEPTO | DEFINICIÓN |
|---|---|
| **Energía Geotérmica** | Energía almacenada en forma de calor bajo la superficie del terreno. |
| **Energía Aerotérmica** | Energía almacenada en forma de calor en el aire ambiente. |
| **Energía Hidrotérmica** | Energía almacenada en forma de calor en las aguas superficiales. |

Otras definiciones de interés:

| CONCEPTO | DEFINICIÓN | DESCRIPCIÓN / CARACTERÍSTICAS |
|---|---|---|
| **Geotermia** | Disciplina que estudia el calor terrestre, su origen, su distribución y su aprovechamiento | • Abarca, por tanto, los procesos y técnicas utilizadas para la exploración, evaluación y explotación de la energía geotérmica. |
| **Recurso Geotérmico** | Parte de la energía geotérmica que puede ser aprovechada de forma técnicamente y económicamente viable | • Incluye, no sólo los que son actualmente conocidos y cuyo aprovechamiento es viable técnica y económicamente, sino los que lo serán en un futuro aceptablemente cercano. |
| **Yacimiento Geotérmico** | Espacio físico en el interior de la corteza terrestre en el que se sitúa un recurso geotérmico | |

| CONCEPTO | DEFINICIÓN | DESCRIPCIÓN / CARACTERÍSTICAS |
|---|---|---|
| **Recursos Geotérmicos de Alta Temperatura** | Su temperatura es superior a los 150 ºC | • Pueden estar constituidos por vapor seco (casos muy escasos) o por una mezcla de agua y vapor.<br>• Se aprovechan fundamentalmente para la producción de electricidad.<br>• Se localizan principalmente en zonas con gradientes geotérmicos elevados.<br>• Se sitúan a profundidades muy variables; son frecuentes profundidades entre los 1.500 y los 3.000 metros.<br>• Un caso singular (aunque muchas veces se trata de recursos de media temperatura) es el de los recursos de roca caliente seca *(HDR - Hot Dry Rock)*, englobados entre los sistemas geotérmicos estimulados *(EGS - Enhanced Geothermal Systems)* en los que se crea en el macizo de roca p*rofundo una zona de inter* cambio térmico, mediante la estimulación de sus fracturas. |
| **Recursos Geotérmicos de Media Temperatura** | Su temperatura se encuentra entre los 100 ºC y 150 ºC | • Permite, por tanto, ser aprovechados en centrales de generación eléctrica, pero la conversión vapor-electricidad se realiza con un rendimiento menor, ya que requiere la utilización de un fluido intermedio de menor temperatura de vaporización.<br>• También puede ser utilizado para uso térmico en calefacción y refrigeración en sistemas urbanos y en procesos industriales.<br>• Pueden localizarse en zonas con un gradiente geotérmico elevado a profundidades inferiores a 1.000 metros, y en cuencas sedimentarias a profundidades entre los 2.000 y los 4.000 metros. |
| **Recursos Geotérmicos de Baja Temperatura** | Su temperatura se encuentra entre 30 ºC y 100 ºC | • Su utilización se centra en los usos térmicos en sistemas de calefacción/ climatización y ACS urbanos, y en diferentes procesos industriales.<br>• Los fluidos geotérmicos raras veces son usados directamente, lo más frecuente es el aprovechamiento de su energía mediante intercambiadores o mediante bomba de calor.<br>• Suelen requerir una demanda importante de energía calorífica en las proximidades.<br>• Se localizan habitualmente en zonas con un gradiente geotérmico normal a profundidades entre 1.500 y 2.500 metros, o a profundidades inferiores a los 1.000 metros en zonas con un gradiente geotérmico más elevado. |
| **Recursos Geotérmicos Someros o de Muy Baja Temperatura** | Energía almacenada en el terreno o en las aguas subterráneas a temperaturas inferiores a 30 ºC | • Las temperaturas de estos recursos suelen acercarse a la media anual del lugar donde se captan.<br>• Aprovechan energía térmica almacenada en:<br>  • el subsuelo poco profundo (normalmente menos de 250 metros, incluyendo aquellas captaciones del calor que van asociadas a elementos constructivos de la edificación).<br>  • las aguas subterráneas incluidas las procedentes de labores mineras y drenajes de obras civiles, siempre para su uso exclusivamente energético y no consuntivo del agua.<br>• Usos térmicos. Aporte energético a los sistemas de ventilación, calefacción, refrigeración de los locales y/o procesos, con o sin utilización de una bomba de calor.<br>• La energía renovable se puede captar de manera muy eficiente dada la estabilidad térmica del subsuelo frente a la oscilación estacional del ambiente. |

## TECNOLOGÍAS EXISTENTES

Según sus usos, la geotermia la podemos dividir en:

**USOS ELÉCTRICOS:** los yacimientos geotérmicos de alta temperatura pueden aprovecharse para la producción de electricidad a partir de:

- sistemas geotérmicos convencionales.
- acuíferos calientes asociados a cuencas sedimentarias profundas *(HSA - Hot Sedimentary Aquifer).*
- sistemas geotérmicos estimulados *(EGS - Enhanced Geothermal Systems).*

**USOS DIRECTOS O TÉRMICOS,** incluyen los usos de calefacción y refrigeración, las redes de climatización de distrito (que pueden ser apoyados por sistemas de cogeneración, calderas de biomasa, etc.), los usos en la agricultura (invernaderos, secado de productos agrarios), acuicultura (piscifactorías, producción de algas), procesos industriales y en balneoterapia (spas y otros).

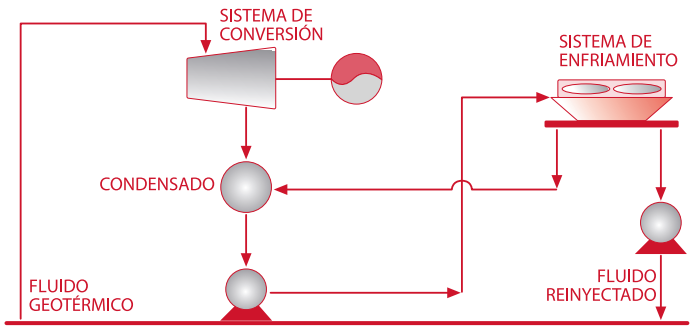
### TECNOLOGÍAS EXISTENTES EN GEOTERMIA PROFUNDA

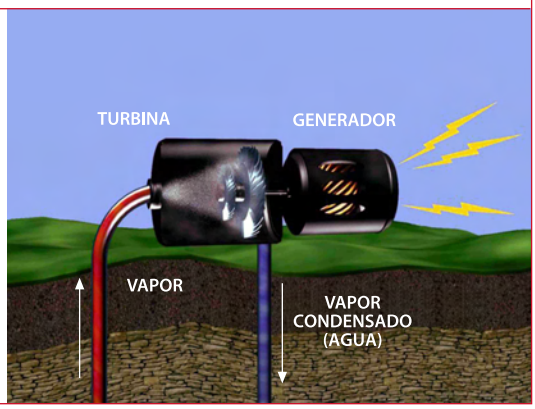
Dos aspectos tecnológicos controlan la explotación geotérmica de alta entalpía: la extracción de la energía calorífica y su transformación a una forma de energía utilizable.

**EXISTEN TRES TIPOS DE PLANTAS GEOTÉRMICAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y NATURALEZA DEL FLUIDO GEOTERMAL DISPONIBLE, ASÍ COMO DE SU PROFUNDIDAD:**

## PLANTAS DE VAPOR DIRECTO/SECO

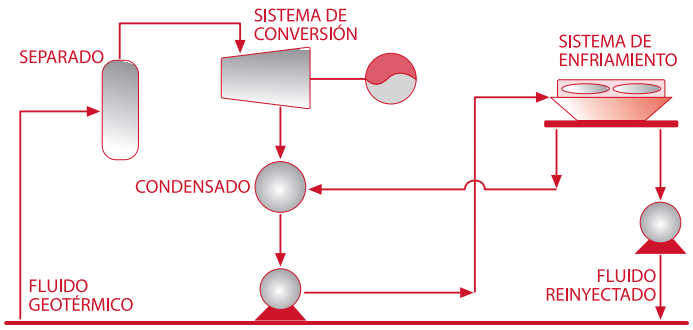
Las turbinas utilizan los recursos en forma de vapor en estado de saturación o ligeramente recalentado (vapor seco) que llegan a la superficie procedente de las fracturas del suelo, para generar electricidad de forma directa. Esto provoca que los costes de producción de la planta resulten muy bajos.

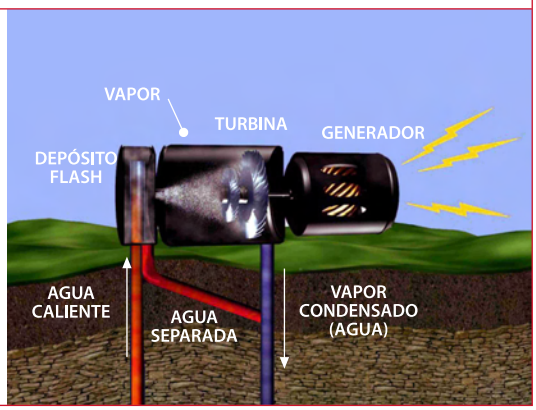


# PLANTAS FLASH

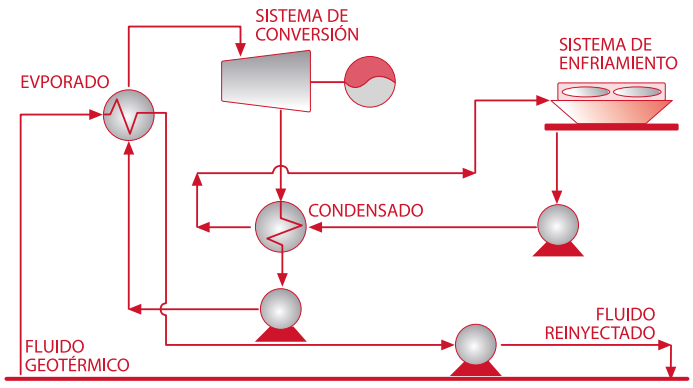
Son las indicadas para el aprovechamiento del recurso geotérmico de alta entalpía más común, que consiste en una mezcla de vapor y salmuera. En esta configuración el vapor primero se separa del líquido y posteriormente se expande en una turbina. La salmuera rechazada puede ser utilizada en otras aplicaciones como agricultura y procesos de calor industriales, haciendo uso de la técnica conocida como producción en cascada. Los sistemas de vapor doble-flash pasan la salmuera caliente por sucesivos separadores que se encuentran cada vez a menor presión.
El vapor es dirigido a una turbina de doble entrada desde donde fluye a otra parte diferente de la turbina. Las ventajas de este sistema incluyen la mejora de la eficiencia total del ciclo y el mayor aprovechamiento del recurso geotérmico, aunque a cambio de un incremento del coste de producción.

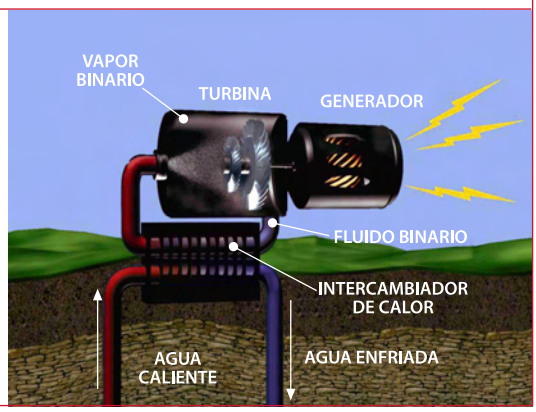



# PLANTAS DE CICLO BINARIO

Pueden extraer energía de forma más eficiente de yacimientos de media temperatura (>100ºC) y de recursos geotérmicos con mayor salinidad que las plantas flash, provocando un impacto medioambiental menor al no emitir gases a la atmósfera. Se basan en evitar el uso directo del fluido termal y utilizar un fluido secundario con un comportamiento termodinámico mejor que éste (bajo punto de ebullición y alta presión de vapor a bajas temperaturas).
El fluido geotermal entrega el calor al fluido secundario a través de un intercambiador de calor, que se calienta, vaporiza y se expande a través de la turbina. Se condensa en un condensador de aire o agua y se bombea de nuevo al intercambiador de calor para ser re-vaporizado. Las turbinas binarias pueden ser de tipo Kalina o de tipo Orgánico Rankine (ORC).



Aparte de la generación de electricidad o de los usos directos, la generación combinada de electricidad y calor directo es una opción que incrementa de manera natural la eficiencia energética total del sistema, al aprovechar el calor sobrante de la generación de electricidad, a temperaturas por debajo de 80 ºC, que puede ser utilizado, por ejemplo en redes de climatización de distrito. Entre otros ejemplos están Neustadt-Glewe (Alemania, 98 ºC, 200 kWe desde 2003), Unterhaching (Alemania, 122 ºC, Planta Kalina de 3,2 MWe desde 2007) de calor de distrito, y desde el año 2008 de generación de electricidad.

## TECNOLOGÍAS EXISTENTES EN GEOTERMIA SOMERA

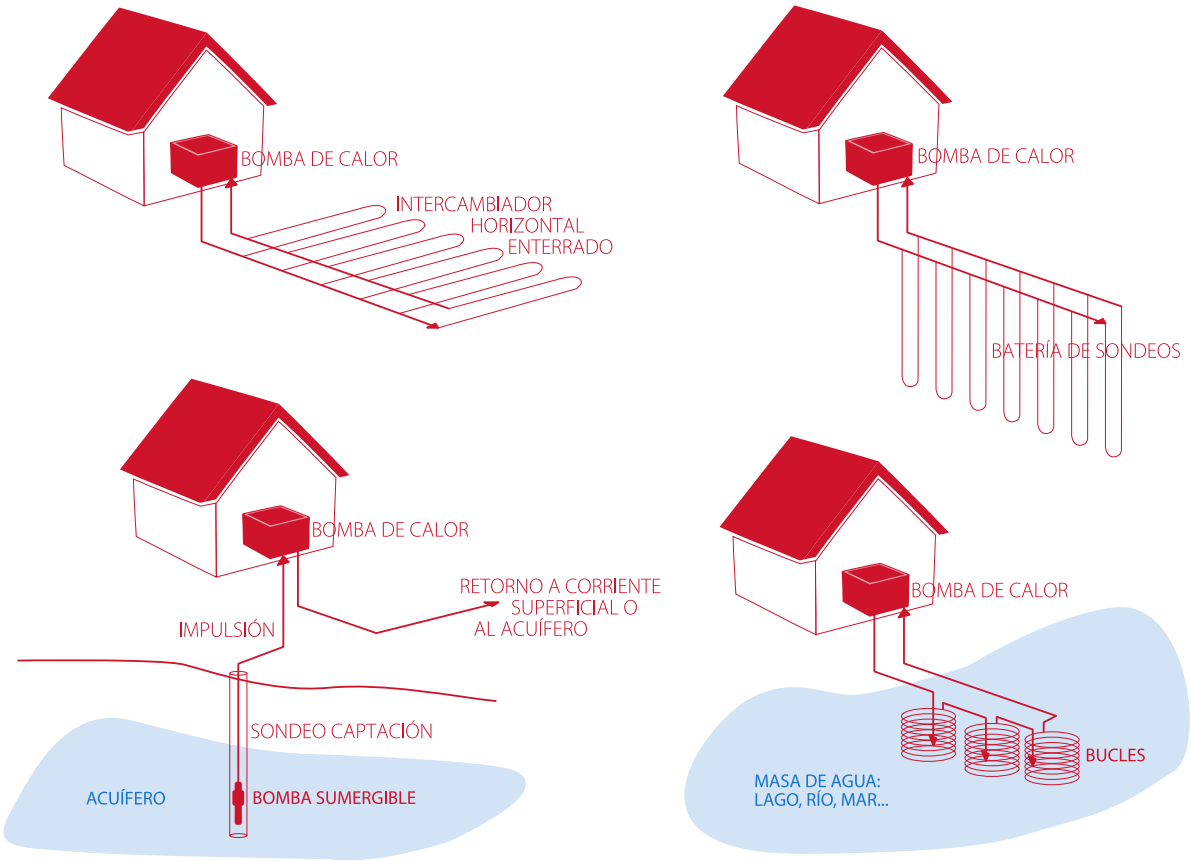
Los fluidos geotérmicos de media y de baja temperatura (>30 ºC) pueden ser utilizados para la obtención directa de calor.

Cuando la temperatura del recurso es inferior a 30 ºC el aprovechamiento en calefacción recurre, en la mayoría de los casos, al uso de la bomba de calor.

Se han desarrollado diversas tecnologías para aprovechar el calor del subsuelo en función de la accesibilidad del recurso geotérmico. Todas ellas se pueden clasificar en dos tipologías principales: Los circuitos abiertos donde se capta agua de un acuífero para su aprovechamiento, y los circuitos cerrados en los que se instala un intercambiador en el terreno para el aprovechamiento energético.

El cuadro refleja estas tipologías y algunos de los principales subtipos:

## TIPOS DE INTERCAMBIADORES GEOTÉRMICOS MÁS COMUNES



## CIRCUITO CERRADO CON INTERCAMBIADOR CERRADO HORIZONTAL

La tubería, normalmente de polietileno (PE), por la que circula el líquido de intercambio: agua o agua glicolada, se instala en zanjas a una profundidad mínima de 0,90 metros. Existen disposiciones de hasta seis tubos por zanja aunque comúnmente se colocan dos. Una variante *(Slinky)* recurre a la colocación de las bobinas de PE en el terreno extendiendo las sucesivas espiras e intercalando tierra seleccionada o arena. Las necesidades se estiman entre 10 y 35 m/kW en función de las características litológicas, el grado de humedad del suelo y el número de ramales en la zanja. Este sistema habitualmente tiene un coste inferior a la perforación de sondeos.
Como contrapartida se precisa disponer de una importante superficie con espesores ripables superiores a 1 metro, lo que con frecuencia es difícil de conseguir. Además, el sistema está sometido a variaciones apreciables en la temperatura y el grado de humedad que penalizan el rendimiento estacional.
Una variante de este sistema, el sistema de expansión directa, realiza el intercambio mediante la circulación de fluido refrigerante por el circuito colocado en el terreno.

## CIRCUITO CERRADO CON INTERCAMBIADOR VERTICAL

Precisa la perforación de sondeos de profundidad variable, normalmente entre 60 y 200 metros. Los sondeos se equipan con tubería de PE de diámetros comprendidos entre 25 mm (3/4") y 63 mm (2") en función del caudal circulante y la longitud del circuito. El rendimiento varía entre 12 y 20 m/kW en función de las características litológicas e hidrogeológicas del terreno. Presenta un bajo índice de ocupación del terreno y la temperatura del medio por debajo de los 10 metros permanece sensiblemente constante a lo largo del año.
Una variante de este sistema son las cimentaciones energéticas donde se aprovechan las estructuras de cimentación profunda para captar y disipar la energía térmica del terreno. La principal debilidad de estos sistemas es el coste inicial de implantación.

## CIRCUITO ABIERTO

Mediante captación y posterior restitución de agua subterránea o, menos comúnmente, superficial. Se trata de un sistema bastante difundido en nuestro entorno, especialmente en zonas con acuíferos aluviales con buenas productividades y piezometrías someras.
Se trata de instalaciones sencillas, con bajos costes de inversión y elevados rendimientos aunque presentan el inconveniente de estar sujetas para su explotación una tramitación administrativa más compleja y dilatada.

## SISTEMAS TIERRA-AIRE

Permiten el pre-tratamiento del aire de renovación del sistema de ventilación de un edificio mediante su circulación por un conjunto de tuberías enterradas. Son los conocidos como pozos canadienses o pozos provenzales, que permiten con un mínimo consumo reducir el salto térmico existente entre el exterior y el interior del edificio. El aire así pre-acondicionado se conduce al recuperador de calor y a las climatizadoras reduciendo la carga térmica de la ventilación de manera notable.

2009
2010

# 3 Antecedentes y Situación Actual

## 3.1 TECNOLOGÍAS GEOTÉRMICAS

| FECHAS CLAVE | HITOS HISTÓRICOS DEL DESARROLLO GEOTÉRMICO |
|---|---|
| **1000 a.C.** | • En China, la Dinastía Qin construye importantes balnearios.<br>• Los griegos y los romanos utilizan aguas termales para el baño y como fuente de calefacción. |
| **1000** | Los colonos polinesios, en Nueva Zelanda, utilizan el vapor geotérmico para cocinar y calentarse durante los últimos mil años. |
| **1400** | En el corazón de Francia, en Chaudes-Aigues, se desarrolla en el siglo XIV la que puede considerarse como la primera red de distrito geotérmica del mundo. |
| **1510** | En Agua Hedionda, Méjico, el caudillo azteca Moctezuma pasaba temporadas recuperándose del estrés producido por su cargo. |
| **1892** | Comienza a funcionar la primera calefacción geotérmica de distrito en Boise (Idaho, EE.UU.). |
| **1904** | El primer experimento para producir electricidad a partir de la geotermia fue desarrollado por el príncipe Piero Ginori Conti entre 1904 y 1905 en la Toscana italiana. |
| **1913** | Se pone en marcha la primera planta comercial de producción eléctrica (250 kWe) en Larderello, Italia. |
| **1928** | Comienzo del aprovechamiento de recursos geotérmicos en Islandia para calefacción de viviendas. |
| **1945** | Existen referencias de circuitos abiertos con aguas subterráneas y bomba de calor en funcionamiento en EE.UU. |
| **1958** | Nueva Zelanda inaugura su primera planta geotérmica en *Wairakei*. |
| **1960** | Estados Unidos pone en marcha su primera planta comercial en Los Géiseres. |
| **1970-1980** | Las sucesivas crisis del petróleo de los 70, así como el desarrollo de los plásticos comerciales en los primeros años de los 80, acercan los sistemas geotérmicos someros a costes de mercado. Se desarrollan en paralelo en dos focos principales: Suecia y Estados Unidos. Estos países, seguidos muy de cerca por Alemania, Suiza, Austria y Canadá, conocen un desarrollo con numerosos altibajos a lo largo de los 90. |

| FECHAS CLAVE | HITOS HISTÓRICOS DEL DESARROLLO GEOTÉRMICO |
|---|---|
| **1973-1978** | Se desarrolla con éxito en Los Álamos (EE.UU.) el primer experimento científico mundial de aprovechamiento geotérmico a partir de roca caliente seca. |
| **1970-1985** | Las crisis energéticas son las que provocan la inclusión por primera vez en España de la investigación geotérmica dentro de los planes nacionales de energía, dando como primer fruto en 1974 el Inventario General de Manifestaciones Geotérmicas en el Territorio Nacional, elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España – IGME-. |
| **1989-2008** | Se desarrolla el proyecto científico de geotermia estimulada de Soultz-sous-Forêts, que es el germen de los actuales proyectos geotérmicos de generación eléctrica a nivel comercial en Europa. |
| **2005-2010** | A principios del siglo XXI la crisis del modelo energético es evidente. Los análisis desde todas las perspectivas del panorama energético: de Europa en general y de España en particular, convergen en la necesidad de fomentar el desarrollo y uso de las energías renovables, así como del ahorro y la eficiencia energética. Como consecuencia, se reactiva el sector geotérmico tanto en España, como en Europa y en el resto mundo. |

**ACTUALMENTE EN ESPAÑA NO EXISTEN INSTALACIONES GEOTÉRMICAS DE ALTA ENTALPÍA, AUNQUE SÍ EXISTE UN GRAN Y CRECIENTE INTERÉS POR PARTE DE LA INICIATIVA EMPRESARIAL EN DESARROLLAR PROYECTOS DE ESTE TIPO EN EL CORTO PLAZO. SIN EMBARGO, LA GEOTERMIA SOMERA ES UNA REALIDAD EN ESPAÑA.**

Los sistemas abiertos con bomba de calor han sido ampliamente utilizados durante muchos años. Los sistemas cerrados no comienzan a extenderse hasta el año 2000. A partir de 2004 se van diseñando y construyendo instalaciones de potencias crecientes aplicadas a la calefacción y refrigeración de edificios del sector terciario. En la actualidad, a pesar del colapso experimentado por el sector de la construcción, las expectativas de evolución de los precios de la energía en los próximos años están impulsando un crecimiento continuo de instalaciones geotérmicas de muy baja temperatura tanto en el ámbito doméstico como en el institucional.

**Las capacidades instaladas actualmente, tanto en geotermia profunda como en somera, en España y en Europa son:**

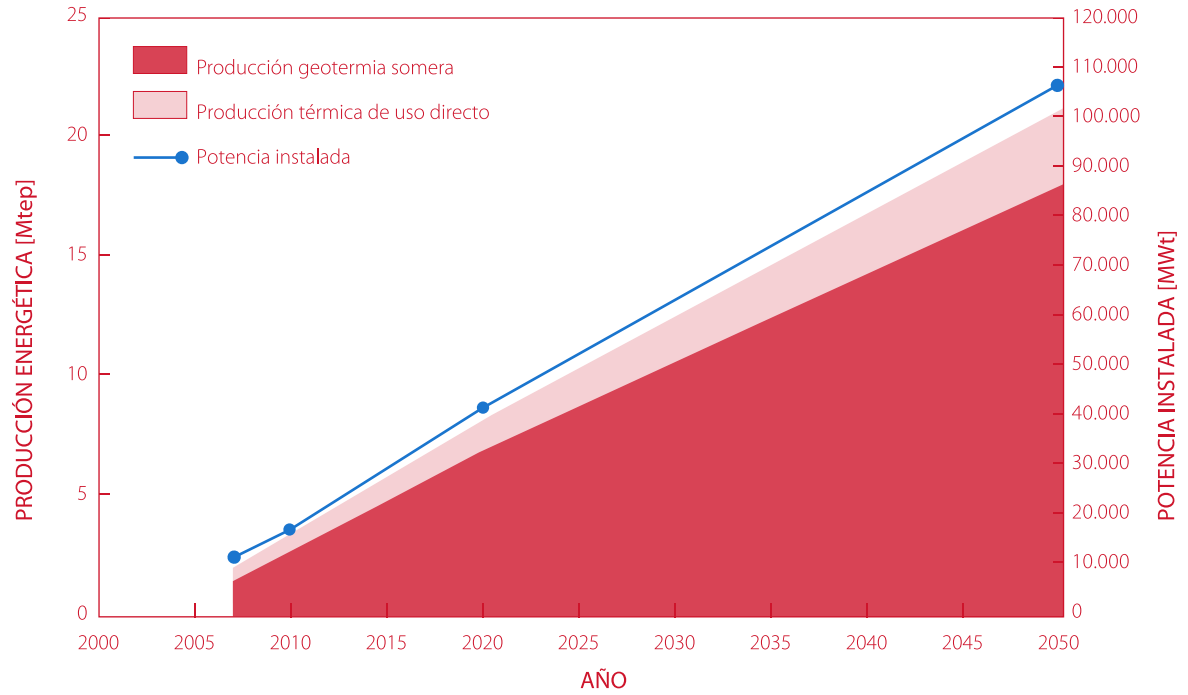
## GEOTERMIA PROFUNDA:

### USOS TÉRMICOS EN EUROPA

Europa superaba ya en 2007 los 15.000 MW de potencia térmica instalada y se espera alcanzar un objetivo de 20.000 MWt para 2010, 40.000 en 2020 y 80.000 en 2030.

En 2007 un total de aproximadamente 2,5 Mtep fueron producidas dentro de los países miembro de la UE a partir de geotermia, y más de 1 Mtep fueron producidas por otros países europeos.

# PRODUCCIÓN ENERGÉTICA A PARTIR DE GEOTERMIA SOMERA Y PRODUCCIÓN TÉRMICA PARA USO DIRECTO EN LA UNIÓN EUROPEA




FUENTE: 'Research Agenda for Geothermal Energy. Strategy 2008 to 2030' - *European Geothermal Energy Council*, EGEC.

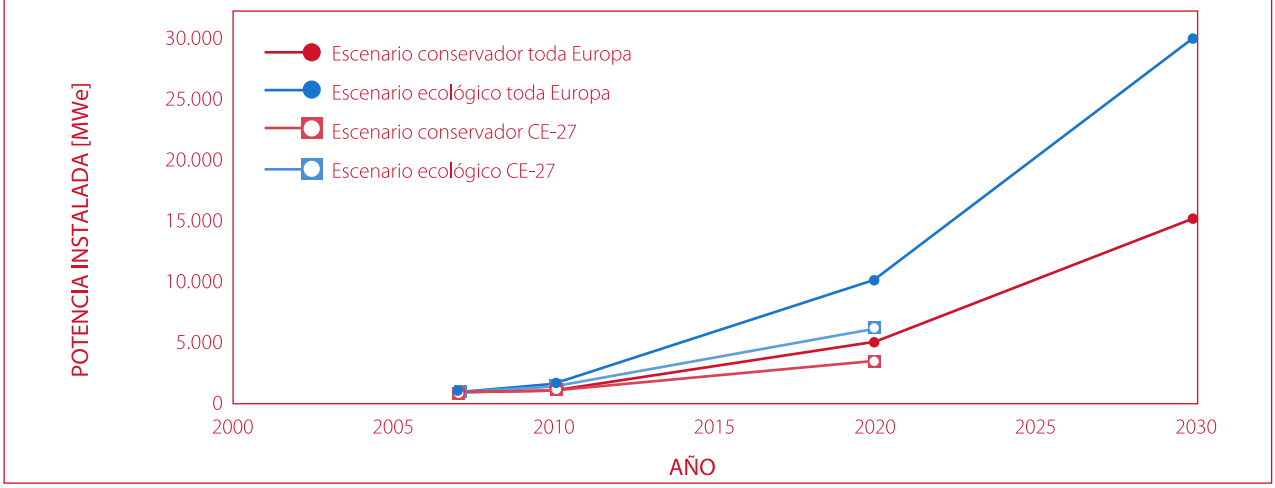
## USOS ELÉCTRICOS EN EUROPA

Los objetivos de potencia eléctrica instalada para Europa son de 6 a 10 GW para 2020 y 15 a 30 GW para el horizonte 2030. Estos objetivos sólo serán alcanzables con una adecuada reducción de costes en las diferentes tecnologías de generación.

**EN 2007, LA EUROPA DE LOS 27 SE APROXIMABA YA AL UMBRAL DE LOS 1.000 MW DE POTENCIA INSTALADA MIENTRAS QUE EL RESTO DE PAÍSES EUROPEOS APORTARON CERCA DE 500 MW.**

| GENERACIÓN ELÉCTRICA GEOTERMIA -EU-27 | 2007 | 2010 | 2020 |
|---|---|---|---|
| Geotermia convencional (MWe) | 815 | 920 | 1.200 |
| Ciclos binarios baja temperatura (MWe) | 15 | 70 | 300 |
| EGS (MWe) | - | 10 | 4.500 |
| **Capacidad instalada TOTAL (MWe)** | **830** | **1.000** | **6.000** |
| **Producción anual de energía (TWh)** | **6,5** | **8** | **50** |

## POTENCIA INSTALADA PARA USOS ELÉCTRICOS EN EUROPA (MWe)

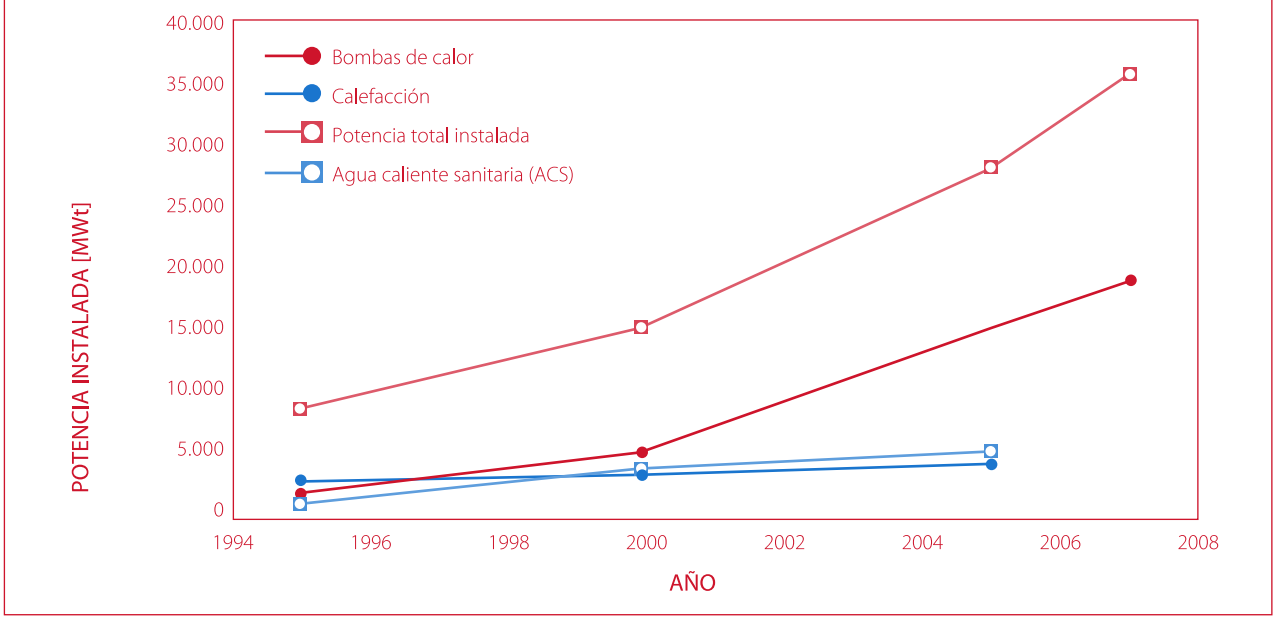



FUENTE: 'Research Agenda for Geothermal Energy. Strategy 2008 to 2030' - *European Geothermal Energy Council*, EGEC.

La principal tecnología existente en estos momentos es la denominada "convencional". Está relacionada con sistemas hidrotermales asociados, fundamentalmente, con áreas de vulcanismo activo aunque recientemente se ha comenzado a reconocer el potencial de las zonas asociadas a cuencas sedimentarias profundas y a zonas de roca caliente seca o sistemas geotérmicos estimulados EGS.

La geotermia convencional se viene desarrollando con éxito desde hace más de un siglo. En 2007, la potencia eléctrica instalada ascendía a 9.732 MW. Los países líderes en el sector son Estados Unidos con 2.687 MW, más del 25% global y Filipinas con 1.970 MW, casi un 20% del total mundial; a éstos le siguen Méjico, Indonesia, Italia, Japón, Nueva Zelanda e Islandia.

## POTENCIA INSTALADA MUNDIAL PARA USOS DIRECTOS (MWt)




FUENTE: 'Research Agenda for Geothermal Energy. Strategy 2008 to 2030' - *European Geothermal Energy Council*, EGEC.

### USOS DIRECTOS

La potencia total instalada mundial para usos directos ascendía ya en 2007 a 35.000 MWt.

El número de países generadores de energía a partir de recursos geotérmicos podría aumentar de 21 en el año 2000 hasta 46 en el 2010. La potencia instalada en el mismo intervalo de tiempo podría aumentar de 8.661 MW a más de 10.700 MW según datos de *International Geothermal Association* -IGA- (Asociación Internacional de Geotermia).

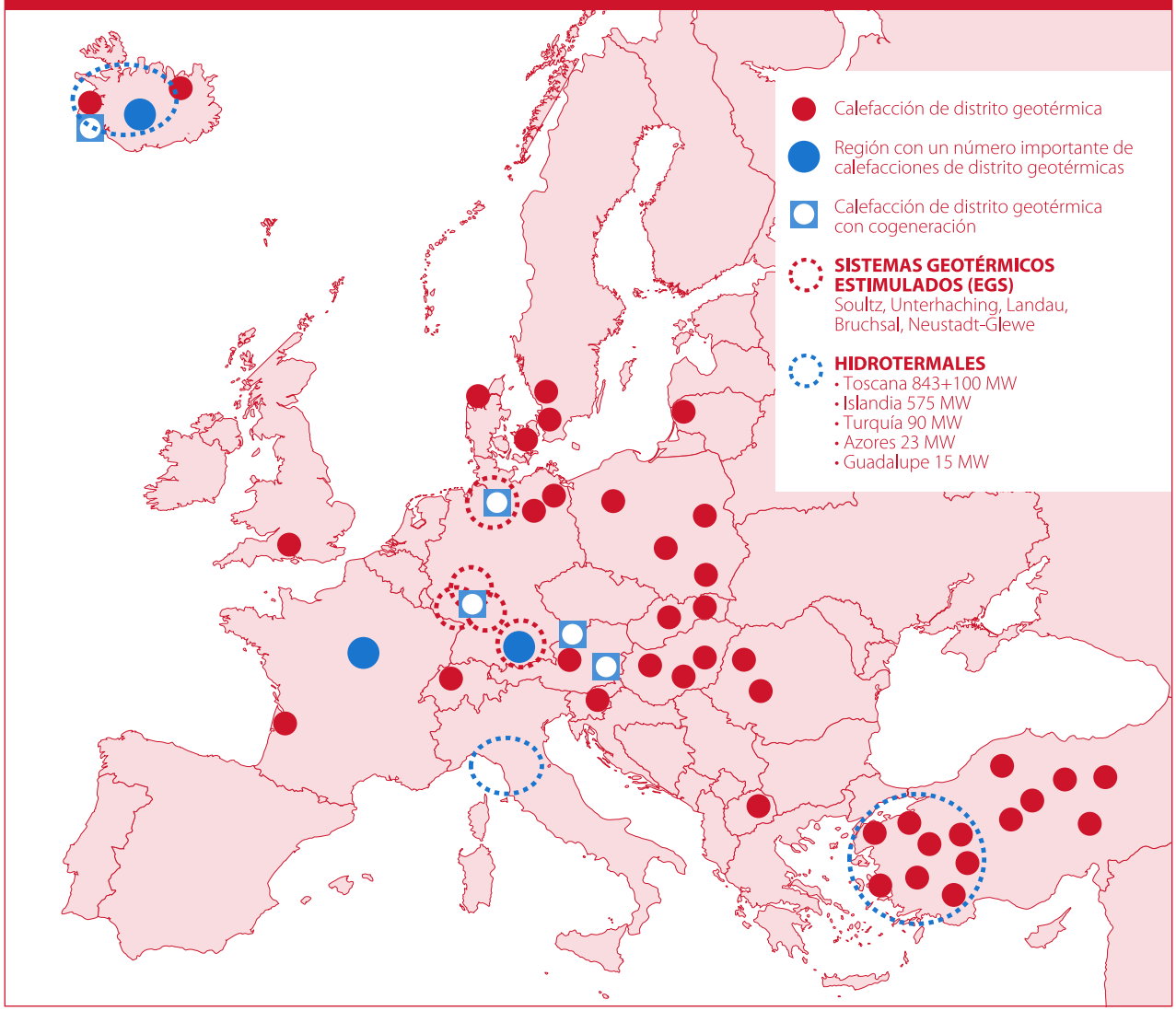
Las regiones con mayor potencial geotérmico se encuentran, generalmente, próximas a bordes de placa, si bien los avances en diversos campos tecnológicos permiten explotar recursos geotérmicos lejos de los bordes de placa mediante su estimulación (EGS). El Salvador, Kenia, Filipinas, Islandia y Costa Rica, países ubicados en contextos geológicos muy favorables, generaron más del 15% de su energía a partir de centrales geotérmicas en 2004.

En junio de 2008 se inauguró la planta piloto de Soultz-sous-Forêts en Alsacia (Francia), comprendiendo el primer módulo de Ciclo Orgánico Rankine (ORC) de 1,5 MWe de potencia instalada. En Landau in der Pfalz (Alemania), a comienzos de 2008 se completó en un tiempo record de 3,5 años la primera planta comercial a partir de un yacimiento geotérmico estimulado con una potencia instalada de 3,6 MWe y 8 MWt.

**EN TERRITORIO EUROPEO SON VARIOS LOS PROYECTOS DE EGS QUE SE VIENEN PLANTEANDO COMO PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN EN ESTE CAMPO.**

El resto de las localizaciones de proyectos EGS se encuentran en Roquette (Rhine Graben, Francia); Bruschal, Groß Schönebeck y Unterhaching (Alemania); Fábiánsebesyén y Zala County (Hungría); Icelandic Deep Drilling Program (Islandia); Podhale (Polonia); Košice (Eslovaquia); y Green Campus Izmir (Turquía).

## PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD GEOTÉRMICA Y COGENERACIÓN EN EUROPA A PRINCIPIOS DE 2010




FUENTE: *European Geothermal Energy Council*, EGEC.

Entre las iniciativas europeas para el desarrollo de la geotermia para producción de energía eléctrica, destacan:

El proyecto europeo ENGINE *(Enhanced Geothermal Innovative Network for Europe)*, es una acción coordinada encuadrada en el 6º Programa Marco de la UE y desarrollado entre 2005 y 2008, cuyo objetivo principal consistió en establecer un puente entre la investigación y las iniciativas de desarrollo de sistemas geotérmicos estimulados asentando las bases de la investigación del recurso que permitan su explotación y abordando la evaluación de los impactos socio-económicos que conllevan. El documento estratégico final así como el libro de buenas prácticas sobre los proyectos de EGS plantean las líneas futuras de acción en este campo.

En diciembre de 2009 se pone en marcha la Plataforma Tecnológica Europea para Generación Eléctrica con Geotérmica – GEOELEC *(Technology Platform on Geothermal Electricity)*. Tiene como objetivo fundamental el impulso y desarrollo de las tecnologías de generación eléctrica a partir de energía geotérmica en Europa.

El proyecto europeo GEOFAR (Herramientas financieras y de información pública para los proyectos de geotermia profunda en regiones europeas) pretende poner de manifiesto las dificultades y las barreras no técnicas que obstaculizan las etapas iniciales de los proyectos de energía geotérmica y que son la causa de la carencia de este tipo de inversiones en Europa. Uno de los objetivos principales de GEOFAR es proponer soluciones realizables y elevar el conocimiento sobre la energía geotérmica entre responsables, especialmente en el nivel regional, para ayudar a impulsar nuevas inversiones.

EN DICIEMBRE DE 2009 SE PONE EN MARCHA LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA EUROPEA PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA CON GEOTÉRMICA – GEOELEC *(TECHNOLOGY PLATFORM ON GEOTHERMAL ELECTRICITY)*. TIENE COMO OBJETIVO FUNDAMENTAL EL IMPULSO Y DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN EUROPA.

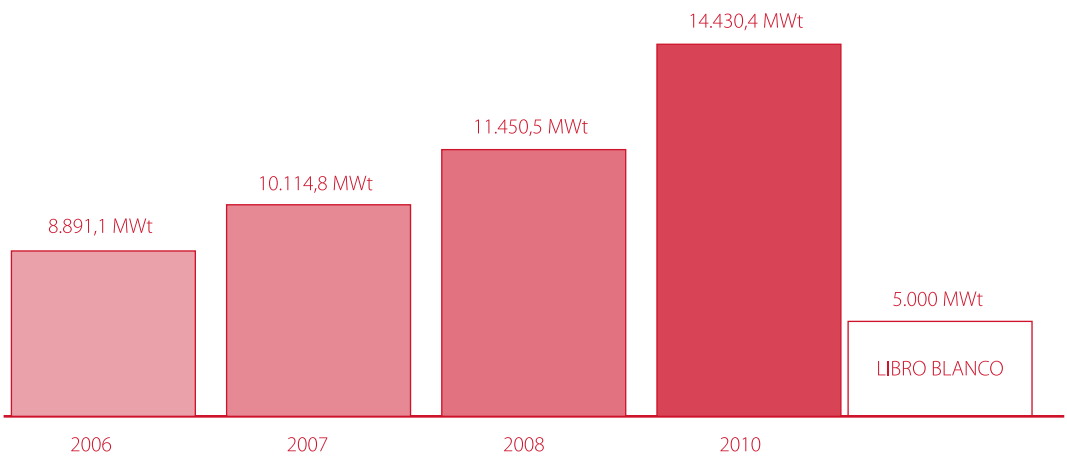
## GEOTERMIA SOMERA:

En la UE la potencia instalada de energía geotérmica de muy baja temperatura al término de 2008, ascendía a 8.920 MW con un total de 782.460 instalaciones. Sumada la producción geotérmica de uso directo, la potencia instalada total es de 11.450 MW.

Según se observa en el gráfico, en 2007 se han duplicado las previsiones del libro blanco de la energía renovable (1997) para 2010. Además, la tendencia apunta a que a finales de 2010 se habrán, prácticamente, triplicado estos objetivos.

### COMPARACIÓN DE LA TENDENCIA ACTUAL CON LOS OBJETIVOS DEL LIBRO BLANCO PARA LA PRODUCCIÓN DE CALOR GEOTÉRMICO*

* Sistemas de bombas de calor geotérmico y fuentes geotérmicas de baja y media temperatura.




FUENTE: EurObserv'ER 2009.

En lo que a España respecta, no se dispone hasta la fecha de objetivos específicos a alcanzar ni de estadísticas fiables sobre la potencia instalada de geotermia somera. Los mapas que van recogiendo la implantación y el avance de la energía geotérmica en Europa muestran una patente falta de datos en la Península Ibérica.

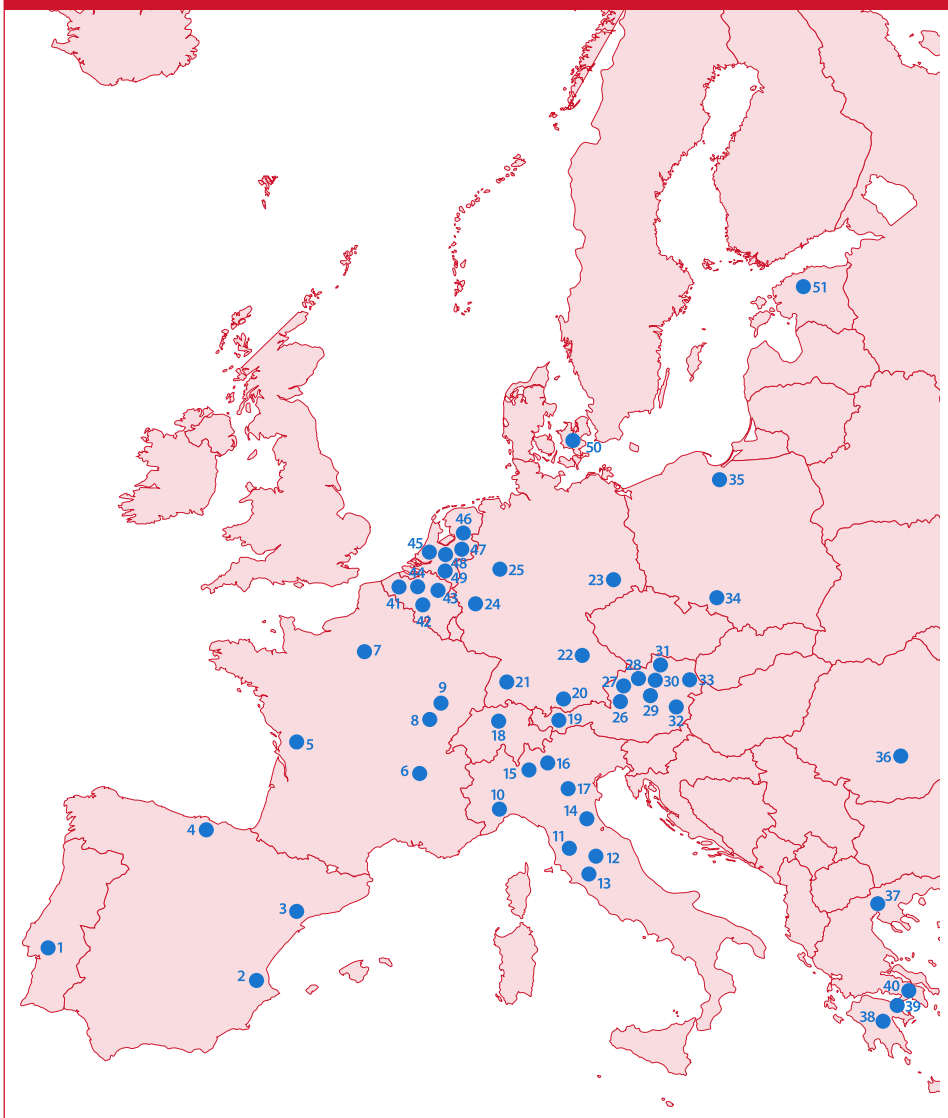
La Directiva 2009/28/CE de promoción de las energías renovables recoge esta energía y fija los criterios de cálculo para el cómputo de la aportación a los objetivos 20-20-20. Habida cuenta del tramo que queda por salvar para su cumplimiento, es evidente que su medición y registro debe ser un objetivo prioritario del sector y la base de cualquier prognosis con un mínimo de rigor.

Los datos disponibles a partir de los registros de subvenciones de las distintas comunidades autónomas (recopilados por APPA en 2008) suman una potencia de 8,4 MW. Sin embargo, estos datos no comprenden el mismo período para todas las comunidades autónomas, algunos corresponden a finales de 2007 y otros a 2008. Además la información pertenece a nueve comunidades autónomas que subvencionan esta energía. Faltan otras como Aragón, Castilla la Mancha y, especialmente, Cataluña cuya aportación puede incrementar esta cifra de manera significativa. Otras fuentes (Eclareon 2009) calculan un total de 650 instalaciones al término de 2008 y estiman un crecimiento del 30% para 2009 hasta las 850. No se hace mención a la potencia media instalada que en cualquier caso puede ser sensiblemente superior a la europea (≈ 12 kW).

Según esto la potencia instalada en este segmento al término de 2009 en España podría superar los 15 MW.

Por otra parte, las estadísticas no recogen un buen número de instalaciones con aguas subterráneas que explotan normalmente acuíferos aluviales de algunos grandes ríos. Se trata de instalaciones en circuito abierto con potencias de decenas, e incluso centenares de kW, usadas para la refrigeración de edificios que se han construido principalmente en los últimos 30 años. El ejemplo más característico puede ser Zaragoza, pero también Barcelona o Sevilla cuentan con instalaciones de este tipo. Además hay un buen número de hoteles que aprovechan acuíferos costeros, con frecuencia salinos, para usos térmicos. En función de todas estas instalaciones el sector estima que la potencia total instalada en España puede estar en torno a 60-80 MW.

## PROYECTOS SINGULARES GEOTERMIA SOMERA



1 Setubal, Portugal
2 Valencia, España
3 Sabadell, España
4 Durango, España
5 Meursac, Francia
6 Lyon, Francia
7 Lex Mureaux, Francia
8 Besançon, Francia
9 Marloz, Francia
10 Savona, Italia
11 Pistoia, Italia
12 Bucine (Arezzo), Italia
13 Buonconvento, Italia
14 Imola, Italia
15 Milano, Italia
16 Oggiono (Lecco), Italia
17 Ponti sul Mincio, Italia
18 Grafstal, Suiza
19 Hohenems, Austria
20 Lindenberg, Alemania
21 Donaueschinger, Alemania
22 Rudelzhausen, Alemania
23 Dresden, Alemania
24 Aachen, Alemania
25 Düsseldorf, Alemania
26 Gosau, Austria
27 Ohlsdof, Austria
28 Eferding, Austria
29 Schwertberg, Austria
30 Guatu, Austria
31 Freistadt, Austria
32 Ternitz, Austria
33 Vienna, Austria
34 Rudy, Polonia
35 Sopot, Polonia
36 Bucharest, Rumanía
37 Thessaloniki, Grecia
38 Athens, Grecia
39 Zografou (Athens), Grecia
40 Pikermi (Athens), Grecia
41 Melle, Belgium
42 Zoerle – Parwijs, Belgium
43 Antwerp, Bélgica
44 Antwerp, Bélgica
45 Amsterdam, Países Bajos
46 Zutphen, Países Bajos
47 Zetten, Países Bajos
48 s- Hertogenbosch, Países Bajos
49 Goirle, Países Bajos
50 Naestred, Denmark
51 Tallin, Estonia

FUENTE: Heat Pump Best Practice Database - GROUNDREACH Project (www.groundmed.eu/hp_best_practice_database/).

## 3.2 MARCO REGULATORIO

### 2004

La Directiva 2001/77/CE, así como el Informe de la Comisión Europea de 2004 sobre la implantación de esta Directiva, reconoce la geotermia de alta entalpía como fuente productora de electricidad.

### MARZO 2007

En marzo de 2007, el Consejo Europeo de Jefes de Estado y Gobierno, de marzo de 2007, decide establecer objetivos obligatorios para la UE para el año 2020, entre otros, cubrir el 20% del consumo de energía a partir de fuentes renovables.

### ENERO 2008

La Comisión Europea presenta el 23 de enero de 2008 el paquete de energía y cambio climático, que incluye, como una parte fundamental, la Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al fomento del uso de la energía procedente de fuentes renovables.

### DICIEMBRE 2008

El 17 de diciembre de 2008 el Parlamento Europeo aprueba una propuesta de Directiva relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, que reconoce la geotermia como una energía renovable más, incluyéndola dentro de la definición de "energías procedentes de fuentes renovables." Dispone que la energía geotérmica capturada por las bombas de calor se incluirá dentro del cálculo de "consumo final bruto de energía procedente de fuentes renovables para la calefacción y la refrigeración" de cada Estado Miembro.

### ABRIL 2009 – DIRECTIVA EUROPEA DE ENERGÍAS RENOVABLES

Aprobación de la Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE), en la que se reconoce a las tecnologías geotérmicas en los términos aprobados por el Parlamento Europeo. Esta Directiva supone un cambio cualitativo en lo referente a geotermia ya que:

- Establece una definición clara de qué es la geotermia (a diferencia de lo que la Directiva denomina aerotermia e hidrotermia).
- Zanja la estéril polémica acerca del carácter renovable de la producción de calor geotérmico, tanto en su vertiente de uso directo como mediante bombas de calor.
- Establece una fórmula para cuantificar la cantidad de calor renovable que producen las bombas de calor en función de su rendimiento estacional.
- Establece la obligación de contar, para 2012, con un sistema de acreditaciones en toda la UE para lo que la Directiva denomina *Shallow geothermal installers*, es decir, instaladores de geotermia somera.
- Recoge el fomento de las redes de climatización de distrito alimentadas por energías renovables donde la geotermia se constituye como una de las fuentes de energía directa más eficientes y económicamente rentables.
- Además, establece que cada Estado Miembro debe elaborar un Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER), antes del 30 de junio de 2010, en el que se fijen objetivos para todos los usos renovables: calor y frío, electricidad y transporte. Dichos planes deben contemplar las medidas necesarias a implementar para alcanzar dichos objetivos y deberán revisarse en caso de no cumplirse los objetivos intermedios indicativos hasta alcanzar 2020.

**En la UE se han desarrollado los siguientes proyectos con objeto de impulsar el desarrollo del sector:**

GEOTHERMAL REGULATION–HEAT. Tiene por objeto identificar barreras y deficiencias regulatorias, establecer soluciones legislativas y fortalecer y expandir la red de cooperación en materia de legislación geotérmica.

GROUND-REACH. Incluye en su objeto la compilación de las mejores prácticas así como de las regulaciones para bombas de calor en Europa, y el establecimiento de medidas para superar las barreras que puedan impedir una mayor penetración de las mismas, incluyendo de tipo legal/regulatorio.

A TRAVÉS DEL PROGRAMA MARCO, principal instrumento de financiación de la I+D en la UE, se han financiado varios proyectos en el campo de la energía geotérmica, entre los que cabe resaltar los siguientes:

- Ground-Med - *Advance ground source heat pump systems for heating and cooling in Mediterranean climate* (Sistemas avanzados de bomba de calor geotérmico para climatización en el clima mediterráneo), con un presupuesto global de 7,25 millones de €.
- Geothermal Communities –GEOCOM- *Demonstrating the cascading use of geothermal energy for district heating with a small scale RES integration and retrofitting measures* (Demostración del uso en cascada de la energía geotérmica para calefacción de distrito con integración a pequeña escala de fuentes de energía renovable y medidas de retroalimentación), con un presupuesto global de 5,7 millones de €.
- Geiser - *Geothermal Engineering Integrating Mitigation of Induced Seismicity in Reservoirs* (Ingeniería geotérmica para la integración de la mitigación de la sismicidad inducida en los reservorios), con un presupuesto global de 7,1 millones de €.

PLATAFORMA TECNOLÓGICA EUROPEA DE CLIMATIZACIÓN RENOVABLE (*European Technology Platform for Renewable Heating and Cooling*, ETP-RHC). Constituida en marzo de 2009, cuenta con un Panel de Geotermia, además de los paneles de Biomasa, Solar Térmica y un Panel Horizontal. Pretende ser el foro en el que los distintos agentes de los sectores implicados en el ámbito de la climatización renovable se agrupen para señalar sus necesidades en I+D+i, de forma que éstas sean transmitidas a las instituciones de la UE con competencia en diseño de planes de I+D, proyectos de investigación, etc. para que aparezcan reflejadas en los mismos.

En todas las iniciativas europeas mencionadas hasta el momento participa *European Geothermal Energy Council* –EGEC- (Asociación Europea de Geotermia), asociación empresarial con sede en Bruselas y dependiente de *European Renewable Energy Council* –EREC- (Agencia Europea de Energía Renovable), que es la organización que aglutina los intereses del sector de las energías renovables en Europa, incluyendo a los productores y promotores, organismos de investigación y grupos de inversión.

EN TODAS LAS INICIATIVAS EUROPEAS MENCIONADAS HASTA EL MOMENTO PARTICIPA *EUROPEAN GEOTHERMAL ENERGY COUNCIL* –EGEC- (ASOCIACIÓN EUROPEA DE GEOTERMIA), ASOCIACIÓN EMPRESARIAL CON SEDE EN BRUSELAS Y DEPENDIENTE DE *EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL* –EREC- (AGENCIA EUROPEA DE ENERGÍA RENOVABLE), QUE ES LA ORGANIZACIÓN QUE AGLUTINA LOS INTERESES DEL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EUROPA, INCLUYENDO A LOS PRODUCTORES Y PROMOTORES, ORGANISMOS DE INVESTIGACIÓN Y GRUPOS DE INVERSIÓN.

En España, la normativa se encuentra poco desarrollada, especialmente en lo que respecta a la geotermia de muy baja temperatura. Se han hecho muy pocos avances para regular esta forma de energía o reducir las barreras administrativas existentes.

• Los recursos geotérmicos están incluidos en la legislación minera. El acceso a su investigación y a su aprovechamiento debe hacerse conforme a dicha normativa.

• Por otra parte, en numerosas fases tanto de la investigación, como en las fases previas a la explotación, se deben realizar estudios de impacto ambiental con plazos prolongados de tramitación al amparo de la correspondiente normativa ambiental.

• Son numerosos los casos en que la consulta a la autoridad hidráulica también se hace necesaria para evitar posibles problemas a este recurso (fundamentalmente, al igual que con la autoridad ambiental, cuando es necesario realizar perforaciones y, específicamente, en el caso de sistemas abiertos que hagan uso del agua subterránea, igualmente con plazos prolongados de tramitación).

• Finalmente, el uso al que se destine el recurso geotérmico condiciona la normativa a aplicar, entre las que cabe señalar las de producción de energía eléctrica, régimen especial en su caso, instalaciones térmicas en edificaciones, climatización, etc. Además de todas éstas, deben tenerse en cuenta las diferentes normativas locales (fundamentalmente municipales) que puedan tener efecto sobre estos recursos.

| FECHA | NORMATIVA | | ASPECTOS SEÑALADOS |
|---|---|---|---|
| | TIPO | NOMBRE | |
| **Julio 1973-Noviembre 1980** | Minera | Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas (modificada por la Ley 54/1980, de 5 de noviembre) | • Aparecen los recursos geotérmicos encuadrados en la Sección D, junto a los recursos de interés energético.<br>• Se aplica una tramitación basada en permisos y concesiones.<br>• La Ley no tiene un texto adaptado a las normas constitucionales de transferencias a las comunidades autónomas. |
| **Diciembre 1978** | Minera | Reglamento General para el Régimen de la Minería (Decreto 2857/1978, de 25 de abril) | En su artículo 5.1 define los recursos geotérmicos y, trata de diferenciarlos de las aguas termales. "*Son recursos geotérmicos, incluidos en esta Sección, aquellos entre los geológicos que por su temperatura puedan permitir, entre otras aplicaciones, la obtención de energía, en especial térmica, por intermedio de fluidos. Las aguas termales, tal como se definen en este mismo artículo, quedan fuera de la Sección C*)". |
| **Junio 1985-Febrero 1996** | Minera | Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (R.D.863/1985, de 2 de abril) | • El capítulo VI se refiere a trabajos especiales, prospecciones y sondeos.<br>• Desarrollado a través de Instrucciones Técnicas Complementarias. La ITC 06.0.06 se refiere al aprovechamiento de recursos geotérmicos.<br>• En particular, las actividades de perforación están sometidas a esta normativa. |
| **Abril 1986** | Aguas | Reglamento del Dominio Público Hidráulico (R.D. 849/1986, de 11 de abril) | Regula la investigación, aprovechamiento y afecciones a las aguas subterráneas así como las autorizaciones de vertidos. |
| **Diciembre 1999** | Energética | Plan de Fomento de las Energías Renovables (Período 2000-2010) | No menciona la geotermia en su texto (sólo en dos gráficas, considerándola totalmente insignificante). |
| **Diciembre 2000** | Energética | Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre) | Estipula las resoluciones administrativas requeridas para la construcción de una instalación eléctrica. |
| **Julio 2001-Diciembre 2003** | Aguas | Texto Refundido de la Ley de Aguas (R.D. Legislativo 1/2001, de 20 julio 2001) modif. por Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social | • Las perforaciones deben evitar la afección a acuíferos que sean atravesados.<br>• Los sistemas geotérmicos abiertos que utilizan aguas subterráneas como fluido para climatización están sometidos también a esta normativa. |
| **Agosto 2005** | Energética | Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010, vigente | Menciona la geotermia en un par de ocasiones, estableciendo un objetivo igual a cero en la tabla de objetivos de incremento en 2005-2010. |
| **Marzo 2006** | Edificación (aspectos energéti-cos) | Código Técnico de la Edificación (R.D. 314/2006, de 17 de marzo) | Aunque la geotermia no está incluida explícitamente sí está implícitamente en la consideración de "otras energías renovables". |
| **Mayo 2007** | Energética | Producción de energía eléctrica en régimen especial (R.D. 661/2007,de 25 de mayo) | • Establece el régimen económico y jurídico de las instalaciones que pueden acogerse al Régimen Especial.<br>• Dentro de su ámbito de aplicación sí se consideran dentro del grupo b.3. las instalaciones que únicamente utilicen como energía primaria la geotérmica y la de las rocas calientes y secas.<br>• En los anexos del R.D. se clasifican las fuentes de energía renovable gestionables y el grupo b.3 lo considera no gestionable, lo cual es un profundo error. |
| **Julio 2007** | Energética | Plan de Acción 2008-2012 de Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética | No menciona la geotermia (tampoco por ejemplo, el Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004–2012). |

| FECHA | NORMATIVA | | ASPECTOS SEÑALADOS |
|---|---|---|---|
| | TIPO | NOMBRE | |
| **Agosto 2007** | Energética | Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.D. 1027/2007, de 20 de julio) | • Entre las alternativas de energías renovables térmicas no considera la geotermia pero sí la bomba de calor.<br>• En todo caso, toda instalación térmica o de ACS deberá ser registrada. |
| **Enero 2008** | Ambiental | Texto refundido de la ley de Evaluación de impacto Ambiental (R.D. Legislativo 1/2008, de 11 de enero) | • Expresamente considera las perforaciones geotérmicas a analizar caso por caso por el órgano ambiental considerando a toda perforación geotérmica como profunda (ignora la geotermia somera), equiparándolas a las petrolíferas.<br>• La normativa de las comunidades autónomas puede establecer que los proyectos se sometan a evaluación de impacto ambiental. Existe normativa propia en la casi totalidad de las comunidades autónomas con criterios no homogéneos a este respecto. |

Actualmente, la competencia en el desarrollo legislativo y la ejecución de la legislación básica del Estado en materia de Régimen Minero y Energético es de las comunidades autónomas. No obstante, no ha habido una reforma de la Ley de Minas que contemple las modificaciones de competencias entre el Estado y las comunidades autónomas, ni las modificaciones de la normativa en materia ambiental, por lo que se genera una cierta confusión en el desarrollo de estos proyectos. Sí que ha existido acción estatal por parte de IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) que ha concertado convenios con las administraciones autonómicas para cofinanciar ayudas para las energías renovables y el ahorro y eficiencia energética. Igualmente el Instituto para el Ahorro y Diversificación de la Energía -IDAE- en colaboración con el Instituto Geológico y Minero de España -IGME- publican en 2008 un Manual de Geotermia en el que se incluye una sección sobre aspectos administrativos y normativos.

Aunque las normas y barreras administrativas no han evolucionado mucho, sí lo han hecho las ayudas financieras; existen diversas convocatorias autonómicas que pueden predecir panoramas futuros: la Comunidad de Madrid, el Ente Vasco de la Energía -EVE-, el Ente Regional de la Energía de Castilla y León -EREN-, la Sociedad de Gestión Energética de Cantabria -GENERCAM-, la Agencia Valenciana de la Energía -AVEN-, la Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia -ARGEM-, y la Agencia Extremeña de la Energía -AGENEX-, entre otras, han concertado convenios plurianuales con el Instituto para el Ahorro y Diversificación de la Energía -IDAE- (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio -MITYC) con objeto de promocionar la geotermia, de forma que subvencionan un porcentaje (generalmente el 30%) del coste de la instalación geotérmica.

No existe una reglamentación específica que abarque todas y cada una de las posibilidades que hoy día proporcionan las tecnologías de aprovechamiento del recurso geotérmico y, actualmente, se vienen aplicando normativas de carácter genérico, cuyas exigencias en muchos casos, resultan excesivas para el tipo de aplicación del que se trata.

NO EXISTE UNA REGLAMENTACIÓN ESPECÍFICA QUE ABARQUE TODAS Y CADA UNA DE LAS POSIBILIDADES QUE HOY DÍA PROPORCIONAN LAS TECNOLOGÍAS DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO GEOTÉRMICO.

## 3.3 FORMACIÓN

Actualmente se llevan a cabo diferentes proyectos formativos a nivel europeo:

EU-CERT.HP fue financiado por la UE dentro del programa *Intelligent Energy Europe* (Energía Inteligente para Europa), y finalizó en diciembre de 2006. Tenía como objetivo iniciar una formación y un sistema de certificación europeo para instaladores de tecnología de bombas de calor. La formación y los sistemas de certificación desarrollados por este proyecto ahora están a cargo del Comité de Educación de la *European Heat Pump Association* –EHPA- (Asociación Europea de Bomba de Calor). Se siguen organizando cursos periódicamente para instaladores en diversos países participantes en la iniciativa.

QUALICERT está financiado por la UE dentro del programa *Intelligent Energy Europe* (Energía Inteligente para Europa). Su objetivo es anticiparse a la aplicación del Artículo 14 de la Directiva 2009/28/CE que obliga a los Estados Miembro a desarrollar y reconocer a nivel europeo esquemas de acreditación y certificación para instaladores de energías renovables a pequeña escala. Se pretende crear un manual con los criterios de éxito para estos esquemas que será validado por los principales interesados.

GEOTRAINET está financiado por la UE dentro del programa *Intelligent Energy Europe* (Energía Inteligente para Europa). Su objetivo es el desarrollo de un programa Europeo que lleve a la certificación de instalaciones geotérmicas centrado en la formación de perforadores y diseñadores. Para ello se desarrollarán cursos al tiempo que se desarrollarán sistemas de certificación, de forma que al final se obtenga una formación homologada y un certificado. En este proyecto participa la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

LA UNIVERSIDAD DE VALENCIA PARTICIPA EN EL PROYECTO GEOTRAINET FINANCIADO POR LA UE DENTRO DEL PROGRAMA *INTELLIGENT ENERGY EUROPE* (ENERGÍA INTELIGENTE PARA EUROPA) CUYO OBJETIVO ES EL DESARROLLO DE UN PROGRAMA EUROPEO QUE LLEVE A LA CERTIFICACIÓN DE INSTALACIONES GEOTÉRMICAS CENTRADO EN LA FORMACIÓN DE PERFORADORES Y DISEÑADORES.

# 4 Potencial Geotérmico en España

El potencial existente en el campo de la Energía Geotérmica Somera tiene un enorme alcance. Se trata de una energía renovable disponible, a priori, en cualquier emplazamiento en el que esté previsto construir un edificio. Las limitaciones de esta tecnología son principalmente de índole económica y están relacionadas con el coste de ejecución del sistema de intercambio geotérmico, la demanda energética del edificio y los precios de la energía. Con la relación de costes actual se está trabajando en una horquilla de periodos de retornos simple, comprendidos entre los 5 y los 15 años.

La energía térmica que las bombas de calor transfieren entre el edificio y el terreno multiplica la energía eléctrica consumida por un factor entre 3 y 5. Técnicamente resultaría posible, mediante mejora tecnológica de elementos e integración de los componentes más avanzados disponibles en el mercado, incrementar dicho efecto multiplicador hasta un rango entre 6 y 8, hasta el límite teórico próximo a 14. Siguiendo la filosofía de la Directiva Europea de Energías Renovables, la diferencia entre el flujo de energía térmica útil generada por el sistema geotérmico y la energía primaria consumida se considera como energía térmica renovable a efectos de la consecución de los objetivos de la Directiva.

Por todo ello, queda patente que el elevado potencial de ahorro energético y de generación de energía renovable de los sistemas geotérmicos someros. Se han empleado diferentes metodologías para obtener estimaciones sobre el impacto en el ahorro de energía primaria que podría derivarse de la utilización masiva de esta tecnología. Aunque dichas metodologías no se han empleado de manera sistemática al caso español, ni en Europa, existen estimaciones de *U.S. Department of Energy* -DOE- (Departamento de Energía de Estados Unidos. En adelante U.S. DOE) que, por similitud climática y de condiciones de mercado, bien podrían permitir un dimensionamiento y contextualización del potencial nacional en geotermia somera. Las referidas estimaciones consideran como punto de partida el ahorro anual que podría derivarse si en un momento se sustituyese equipamiento convencional típico por equipamiento

geotérmico de tecnología actual en casos y aplicaciones donde ello fuese técnica y económicamente razonable. Dicha sustitución no incluiría:

1. Edificios con cargas altas por unidad de planta. Típicamente en ciudades o zonas densamente pobladas.
2. Aplicaciones de alta solicitación térmica en refrigeración, servidas típicamente por compresores centrífugos o de tornillo.
3. Sistemas de calor de distrito o unidades tipo split individuales.

El U.S. DOE estima un potencial de ahorro de entre 65 y 80 Mtep anuales. Esto supone entre un 6,5% a 8% del consumo de energía primaria en edificación, algo superior a 1.000 Mtep, contabilizado en Estados Unidos en el año 2005.

En el caso español, el Instituto para el Ahorro y Diversificación de la Energía -IDAE- ha estimado en 21,7 Mtep el consumo de energía del sector de la edificación en España (doméstico y residencial). La extrapolación del análisis de U.S. DOE a nuestro caso fijaría el límite teórico de ahorro energético alcanzable por implantación de la geotermia somera en condiciones actuales en un rango entre 1,4 y 1,7 Mtep.

Otro aspecto muy importante a considerar, en el caso de la geotermia somera, es la laminación de la carga punta de suministro de la red eléctrica, en especial en los consumos ligados a la refrigeración. El U.S. DOE estima esta reducción, a partir del análisis del proyecto de 4.000 viviendas unifamiliares en Fort Polk (Luisiana), de entre 91 a 105 GW de potencia instalada. Ello supone una reducción de entre el 42 y el 48% de la capacidad adicional que requerirá la red eléctrica en Estados Unidos en el año 2030.

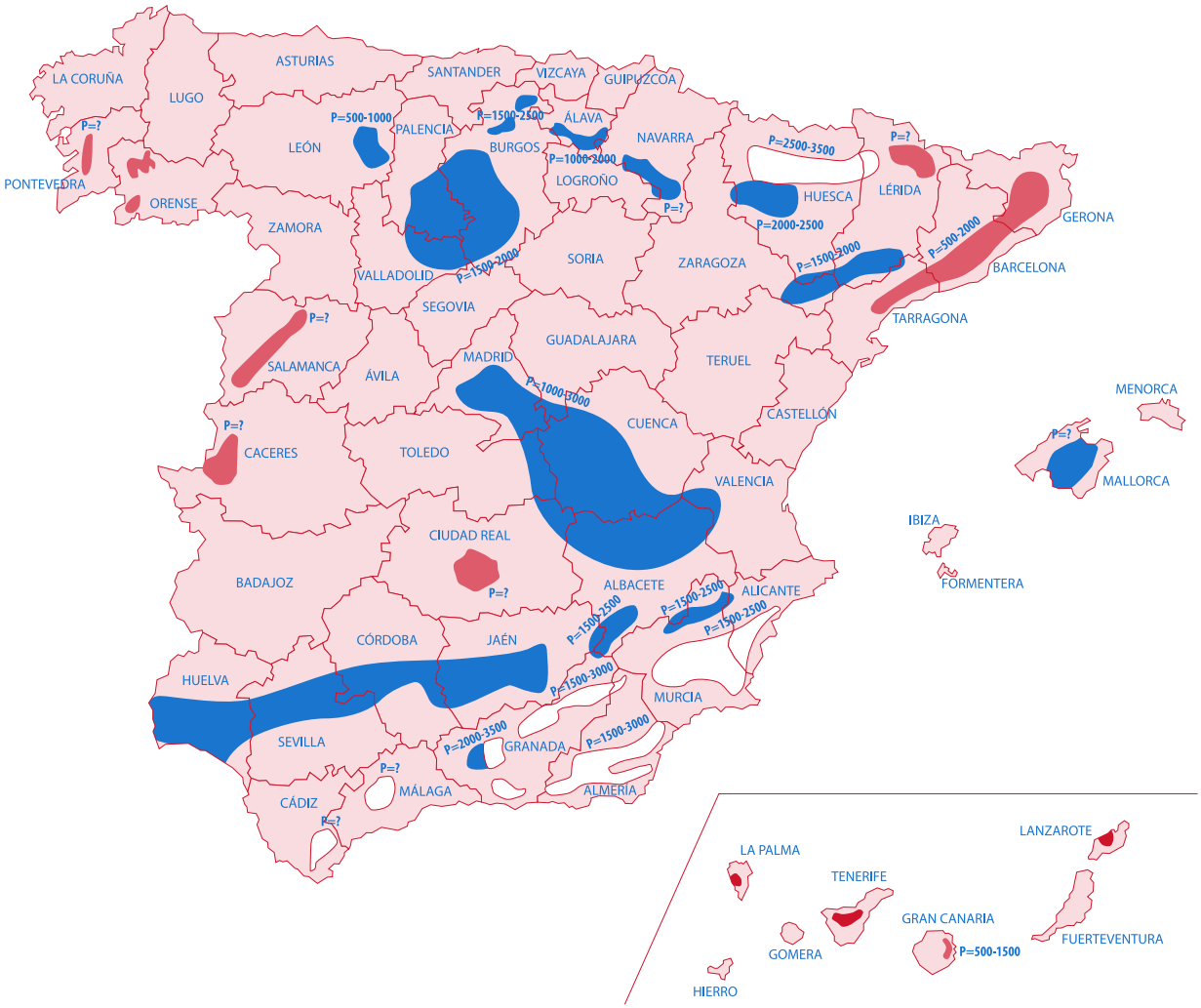
Sobre el escenario previsto por IDAE para el año 2012, una demanda energética del sector edificación de aproximadamente 23,6 Mtep y un consumo térmico (calefacción+ agua caliente sanitaria (ACS)+ aire acondicionado) de 15,6 Mtep (66% del total), los impactos sobre el sistema energético nacional de una capacidad instalada de 1.000 MWt implicarían un ahorro energético y una producción renovable térmica de aproximadamente 100 ktep y un ahorro de emisiones de unas 300 $ktCO_2$.

Cabe señalar finalmente que las aplicaciones potenciales de la geotermia somera exceden del ámbito de la edificación. Existen importantes usos en industria y agricultura (desalación, invernaderos, cámaras de refrigeración, etc.), si bien un análisis del potencial de estos sectores queda fuera del alcance de este documento.

Fotografía cortesía de Max Weishaupt GmbH

En lo que respecta a la energía geotérmica profunda las investigaciones llevadas a cabo por diversas entidades, principalmente por el Instituto Geológico y Minero de España –IGME-, fundamentalmente durante las décadas de los 70, 80 y comienzo de los 90 del pasado siglo XX, pusieron claramente de manifiesto el elevado nivel de recursos geotérmicos disponibles, tanto en recursos convencionales de alta, media y baja entalpía como en recursos someros basados en el aprovechamiento de la temperatura del agua subterránea en muy amplias zonas del territorio, como en el uso del calor del subsuelo, en cualquier zona del territorio. La mayor parte de información correspondiente a los diferentes proyectos de investigación se encuentra disponible en el fondo documental del Instituto Geológico y Minero de España –IGME- y es accesible desde su página web: www.igme.es

# ÁREAS GEOTÉRMICAS EN ESPAÑA




FUENTE: Instituto Geológico y Minero de España, IGME.

Una estimación muy preliminar que el Instituto Geológico y Minero de España –IGME- realizó en los años 80 sobre el potencial previsible de los recursos geotérmicos convencionales que podrían aprovecharse en España, cifraba en 600 ktep/año la energía que podría ser puesta en explotación en unos 10 años si se daban las condiciones adecuadas para su fomento.

Las zonas clave incluyen las Islas Canarias, con potencial para el desarrollo de geotermia convencional, las grandes cuencas sedimentarias de la Península Ibérica, con capacidad de desarrollar sistemas geotérmicos en sedimentos profundos y sus acuíferos asociados, y zonas de fracturas profundas por las que circulan fluidos a gran temperatura y que pueden ser susceptibles de desarrollar sistemas geotérmicos estimulados.

## SISTEMAS GEOTÉRMICOS ASOCIADOS A CUENCAS SEDIMENTARIAS PROFUNDAS

Más del 50% de la España peninsular está constituida por grandes cuencas cenozoicas que cubren granitos Hercínicos termalmente activos (Instituto Tecnológico GeoMinero de España -ITGE-, 1991). La superposición de importantes potencias de materiales sedimentarios con baja conductividad térmica sobre estos granitos productores de calor constituyen un encuadre geológico adecuado para el desarrollo de sistemas geotérmicos asociados a sedimentos profundos. En las cuencas de Madrid y pirenaica se han llevado a cabo sondeos de exploración petrolífera que han medido temperaturas superiores a los 150-180 ºC a los 3.500 y 4.500 metros de profundidad asociado a sedimentos carbonatados de edad Jurásica y Cretácica.

## SISTEMAS GEOTÉRMICOS ESTIMULADOS –EGS- (ENHANCED GEOTHERMAL SYSTEM)

Estos sistemas se localizan en zonas graníticas con fracturación profunda asociada a través de la que circulan fluidos calientes que en superficie dan lugar a manifestaciones tales como los manantiales termales de Caldas de Montbul en Cataluña y Orense en Galicia con temperaturas de 75-80 ºC (Fernández y colaboradores, 1990). Las zonas profundas (por debajo de los 3.000 metros) asociadas a estos sistemas convectivos son entornos favorables para el desarrollo de sistemas geotérmicos estimulados de media entalpía (por encima de 150 ºC). En zonas con baja permeabilidad se hará necesaria la estimulación de las fracturas preexistentes que permitan la circulación de los fluidos a través de la roca caliente seca.

## ÁREAS CON MAYOR POTENCIAL

Según los informes desarrollados por el Instituto Geológico y Minero de España –IGME-, los recursos con mayor potencial geotérmico se encuentran localizados en las siguientes zonas:

### ISLAS CANARIAS

En Gran Canaria se han detectado acuíferos de hasta 70 ºC a unos 1.500 m, así como recursos geotérmicos de alta entalpía y de baja permeabilidad (roca caliente seca) en La Palma y Lanzarote. Existe además un sistema hidrotermal de alta temperatura en investigación en Tenerife.

### NOROESTE PENINSULAR (GALICIA)

Granitos con un alto grado de fracturación, se alcanzan temperaturas de hasta 80 ºC a partir de los 500 m de profundidad.

### ZONA PIRINEO CENTRAL (ÁREA DE JACA SABIÑÁNIGO)

Existe un acuífero termal (> 140 ºC) detectado en materiales Paleoceno-Eocenos mediante sondeos petrolíferos a más de 3.000 m de profundidad.

### CUENCA DEL EBRO

Tres acuíferos potenciales:

- Lérida: acuífero Triásico albergado en carbonatos y rocas detríticas localizadas a 1.500 m de profundidad presenta características de 60 ºC.
- Huesca: acuífero Jurásico en carbonatos con temperaturas próximas a los 90 ºC a partir de los 2.000 m.
- Vitoria-Treviño: acuífero Cretácico en carbonatos con temperaturas de hasta 60 ºC a los 2.000 m.

### CADENAS COSTERAS CATALANAS

Serie de cuencas (grabens) en el margen nororiental de la Península con importantes manifestaciones geotérmicas:

- Graben de Vallés-Penedés: potencias de 1.000 m a 3.000 m de materiales miocenos. El recurso geotérmico se encuentra en la falla principal (Noroeste) con temperaturas medidas de 90 ºC a 1.000 m.
- Graben de La Selva: de características similares al graben de Vallés-Penedés y situado al norte de este.
- Graben de Ampurdán: acuífero en carbonatos del Eoceno, con una potencia de 4.000 m y temperaturas de hasta 150 ºC.

### CORDILLERAS BÉTICAS

Incluye varias cuencas como las de Granada, Guadix-Baza, Almería, Mula, Mazarrón, Cartagena, Guadalentín, Lluchmajor (Mallorca), etc. La secuencia litológica general de estas cuencas es de sedimentos terciarios sobre una formación carbonática alóctona, relativamente permeable aunque de gran complejidad. Se han identificado acuíferos de 50 ºC a profundidades menores a los 1.000 m.

### ALBACETE-CUENCA

Acuíferos carbonáticos de edad Mesozoica de hasta 80 ºC a 2.000 m de profundidad.

### CUENCA DEL GUADALQUIVIR

Acuífero de la dolomita Jurasica a 2.000 m presenta temperaturas de hasta 80 ºC.

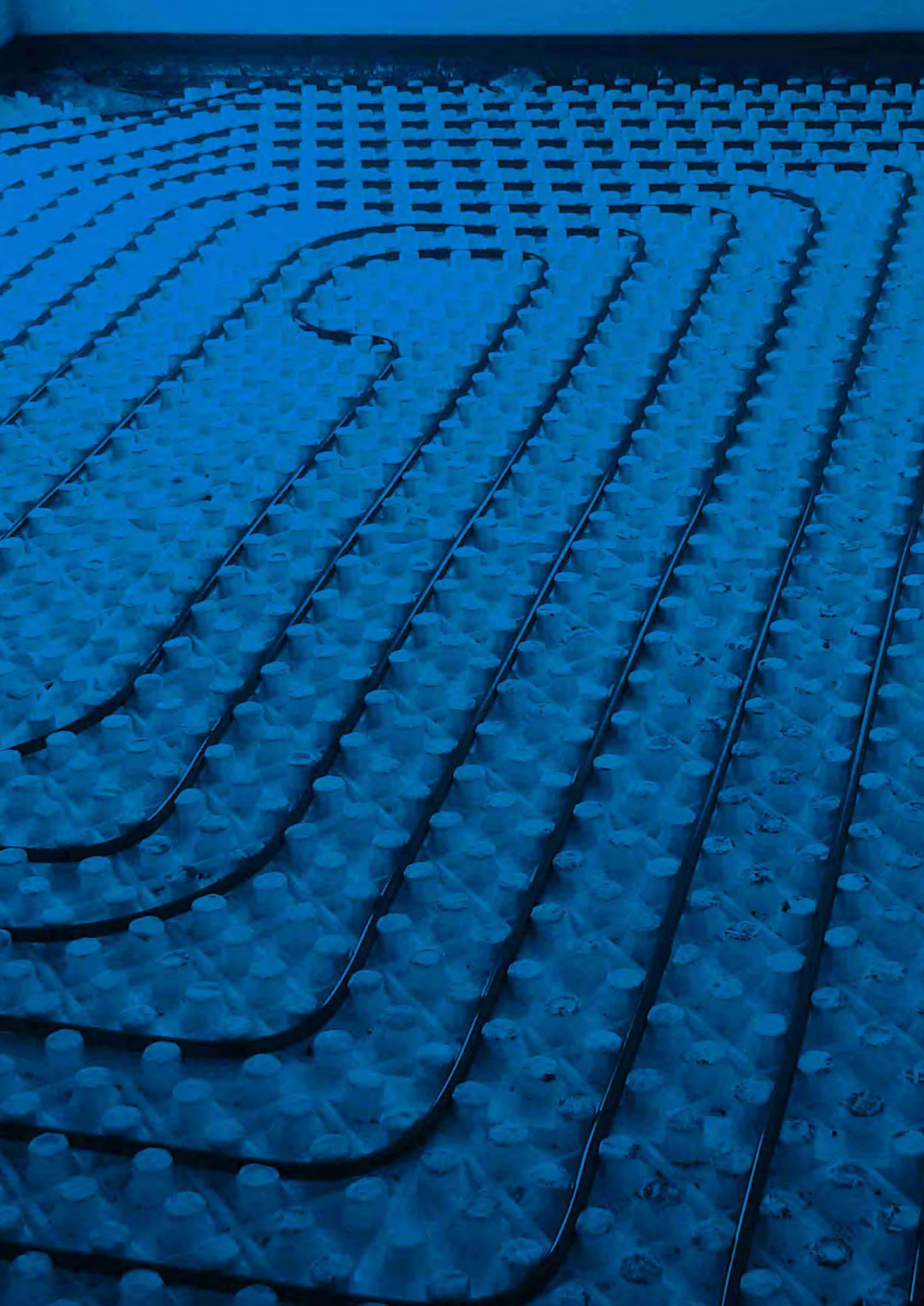
### SALAMANCA-CÁCERES

Granitos y metasedimentos Paleozoicos extensamente fracturados.

Los recursos citados podrían ser objeto de uso para generación de energía eléctrica en el caso de encontrar temperaturas y caudales suficientes (generalmente por encima de 140 ºC de y más de 30 l/s). En el campo de los acuíferos de media–alta entalpía, las perspectivas son muy favorables ya que la tecnología desarrollada para sistemas estimulados permitirá un mayor aprovechamiento de estos recursos. El marco geológico español es propicio para el desarrollo de proyectos de geotermia estimulada (EGS). De hecho se han iniciado ya algunos estudios en diferentes zonas del Estado liderados por el sector empresarial para localizar zonas favorables y evaluar el potencial final de los recursos paso previo imprescindible a la toma de decisión de ir adelante con la fase de desarrollo de los mismos.

También serían susceptibles de ser aprovechados para usos térmicos, bien sea de calefacción-refrigeración, agrícola o industrial, los recursos de baja temperatura (menos de 120 ºC) y caudal adecuado siempre que éstos se encuentren próximos a las áreas de demanda.

SE HAN INICIADO YA ALGUNOS ESTUDIOS EN DIFERENTES ZONAS DEL ESTADO LIDERADOS POR EL SECTOR EMPRESARIAL PARA LOCALIZAR ZONAS FAVORABLES.



# 5 Retos y Oportunidades Para el Futuro

## 5.1 MERCADO Y POSICIONAMIENTO DE LA GEOTERMIA

### USO ELÉCTRICO

La geotermia puede generar electricidad de manera continua y es por lo tanto una energía gestionable al poder controlarse la producción en todo momento. Considerando que las energías renovables van a ir adquiriendo cada vez mayor peso en el mix energético español, la geotermia tiene como reto constituirse como un importante agente regulador de la red.

Otro de los retos que se plantean es el desarrollo de proyectos con nuevas tecnologías que están siendo probadas en proyectos de demostración en otras áreas de Europa. Los ciclos binarios y los yacimientos de media temperatura son los que cuentan con mayor potencial de desarrollo en nuestro país y necesitan ser acompañados por una adecuada política de incentivos en la fase inicial que permitan su impulso y crecimiento adecuado a medio y largo plazo.

### USO TÉRMICO

Otro reto importante es el impulso y el desarrollo de redes de climatización de distrito que abastezcan a amplias zonas residenciales y de servicios, en las que la energía geotérmica a actúe como energía primaria para la producción de calor y frío. Los sistemas centralizados, poco implantados en nuestro país, están ampliamente desarrollados en otros países europeos, y constituyen la solución ideal para fomentar el ahorro energético y la reducción de emisiones, que se asocia en la actualidad a gran parte de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) alimentados por combustibles fósiles.

En un escenario de reducción progresiva de las subvenciones a la geotermia somera es necesario potenciar el diseño y el desarrollo de sistemas que permitan la competitividad de esta energía frente a los sistemas convencionales y su implantación en áreas con demandas térmicas más allá del agua caliente sanitaria (ACS). El acceso de esta energía térmica renovable a los sistemas de climatización de los edificios, y su posibilidad de ganar cuota de mercado, choca con los elevados precios de implantación

de esta tecnología; especialmente en comparación con los sistemas de calefacción basados en el gas natural.

Según el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (PAEE) 2008-2012, el mejor de los escenarios previstos para el 2012, el E4+, prevé un consumo de energía final correspondiente a usos térmicos en la edificación de 13.898 ktep, lo que supone una energía primaria total de 20.847 ktep. Las inversiones previstas en el E4+ para obtener una reducción del consumo de energía primaria de 3.585 ktep/año totalizan cerca de 13.500 millones de €, lo que se traduce en un ratio medio de 3,76 millones €/ktep. El ratio de inversión precisa para las medidas de reducción de la demanda térmica es de 4,99 millones €/ktep. Por su parte, otras energías renovables térmicas como la solar térmica presenta unos ratios característicos, de acuerdo con el Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010, de 7,8 millones €/ktep.

La energía geotérmica de baja entalpía se puede sumar a este esfuerzo aportando ahorros adicionales a razón de unos 4,9 millones €/ktep.

**ESCENARIO PREVISTO EN EL PLAN DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA (PAEE) 2008-2012 Y PLAN DE ACCIÓN NACIONAL (PNA) 2008-2012**

| MEDIDAS | | PLAN ACCIÓN 2008-2012 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | INVERSIÓN | APOYO PÚBLICO | AHORRO ENERGÍA PRIMARIA (ktep) | | EMISIONES $CO_2$ ENVIADAS ($ktCO_2$) | |
| | | € | | 2012 | 2008-2012 | 2012 | 2008-2012 |
| 1 | REHABILITACIÓN DE LA ENVOLVENTE DE LOS EDIFICIOS EXISTENTES | 2.677.295 | 175.150 | 606 | 2.176 | 1.458 | 5.232 |
| 2 | MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS EXISTENTES | 3.179.205 | 243.315 | 704 | 2.528 | 1.796 | 6.452 |
| 3 | MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES ILUMINACIÓN INTERIOR DE LOS EDIFICIOS EXISTENTES | 2.694.681 | 176.292 | 1.396 | 5.010 | 4.999 | 17.937 |
| 4 | PROMOVER LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS EDIFICIOS Y LA REHABILITACIÓN DE EXISTENTES CON ALTA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA | 3.969.362 | 208.914 | 658 | 1.973 | 1.774 | 5.322 |
| 5 | REVISIÓN DE EXIGENCIAS ENERGÉTICAS EN LA NORMATIVA EDIFICATORIA | 408.934 | 0 | 222 | 222 | 598 | 598 |
| | TOTAL EDIFICACIÓN | 13.469.477 | 803.671 | 3.585 | 11.906 | 10.625 | 35.540 |

NOTA: Factor de conversión considerado para el sector edificación: E. Primaria=1,5004xE. Final

FUENTE: Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía, IDAE.

## 5.2 SOSTENIBILIDAD

La sostenibilidad en el aprovechamiento de los recursos geotérmicos debe entenderse de diferentes maneras; por un lado la sostenibilidad energética definida como el mantenimiento de las condiciones térmicas del recurso tendente al equilibrio de cargas térmicas que permitan asegurar el aprovechamiento del mismo más allá de la vida del proyecto; por otra parte la sostenibilidad ambiental de los recursos que asegure el mantenimiento de presiones en los yacimientos, evitando así la disminución de los volúmenes de fluido disponibles. La sostenibilidad ambiental debe asegurar también la menor afección al medio, particularmente a las aguas subterráneas, tratando de evitar la posible interferencia con acuíferos y a cualesquiera otros recursos del subsuelo, singularmente a otros yacimientos geotérmicos vecinos y a las aguas minerales y termales. Finalmente la sostenibilidad ambiental deberá también contemplar el momento de cierre y abandono de las explotaciones garantizando su adecuada restauración.

**LA SOSTENIBILIDAD EN EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS GEOTÉRMICOS DEBE ENTENDERSE DE DIFERENTES MANERAS: ENERGÉTICA Y AMBIENTALMENTE.**

La sostenibilidad energética en la geotermia profunda requiere un equilibrio entre la energía que se extrae y la que el interior de la Tierra es capaz de aportar al sistema, de forma que se asegure a lo largo de la vida del proyecto de aprovechamiento una producción constante en el tiempo y una afección mínima del yacimiento, y en particular del entorno de las perforaciones de extracción e inyección. El establecimiento de un ritmo de producción en el que no se extrae del yacimiento mayor cantidad de energía y fluido del que se genera de forma natural, posibilitará una explotación continuada del recurso a un ritmo estable y sostenible en el tiempo.

En los sistemas de intercambio geotérmico, la sostenibilidad energética se puede entender como la capacidad para cubrir las demandas térmicas previstas a lo largo de la vida del edificio. Más allá de la vida útil de los intercambiadores, normalmente equivalente a la del edificio, se trata de asegurar un equilibrio entre las componentes naturales del sistema, las extracciones y las inyecciones. Esto requiere un diseño racional del sistema basado en el conocimiento de las cargas y demandas térmicas del edificio y de las características geológicas, hidrogeológicas y termo-geológicas del terreno. El objetivo es equilibrar las extracciones e inyecciones de energía térmica, que se puedan realizar en el terreno, con la capacidad de regeneración natural del mismo. Se trata de un sistema complejo que puede presentar grandes variaciones y es preciso estudiar de manera particularizada.

La sostenibilidad ambiental en el aprovechamiento de recursos geotérmicos convencionales requerirá garantías suficientes para que la producción se realice con reinyección del fluido una vez que se haya extraído la energía térmica. Únicamente quedarían exceptuados de esta norma aquellos casos en que la protección ambiental de los recursos por parte de la propia autoridad ambiental, hidráulica o minera estableciese específicamente su inconveniencia. Igualmente se deberá garantizar la no afección a las aguas subterráneas así como la debida restauración del medio una vez que finalice la actividad de explotación. La sostenibilidad ambiental queda perfectamente recogida y garantizada en la aplicación y cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

En los aprovechamientos geotérmicos someros, el uso del agua subterránea como recurso térmico debe garantizar que las afecciones a las masas de agua que se puedan generar desde el punto de vista cuantitativo (en las extracciones sin reinyección) y cualitativo, sean bien conocidas y ambientalmente aceptables.

Por otra parte, los sistemas de circuito cerrado van a generar en los próximos años un importante número de perforaciones en áreas, normalmente urbanas, con escasas experiencias en este tipo de perforaciones y en sus posibles afecciones. Además se corre el riesgo de introducir en el sector de la perforación a empresas y profesionales sin la debida capacitación técnica o con escasa experiencia. Será preciso arbitrar medidas inteligentes que aseguren la minimización de las posibles afecciones sin perjudicar la implantación de esta energía con un balance ambiental global netamente positivo.

El diseño y selección de los sistemas de relleno y sellado del anular de los sondeos de intercambio geotérmico debe ejecutarse desde un conocimiento suficiente del funcionamiento hidrogeológico de los materiales perforados. Deberá garantizarse la mínima afección a la formación acuífera y el mejor rendimiento térmico del intercambiador.

## 5.3 ADECUACIÓN DEL MARCO LEGAL

En la puesta en marcha de proyectos de aprovechamiento geotérmico interviene un complejo entramado normativo que puede perjudicar al futuro desarrollo de la geotermia en España. Se señalan a continuación diferentes aspectos que pueden resolver los actuales problemas:

En los aspectos de normativa minera, éstos deberán adecuarse para que en todo punto se pueda investigar y explotar los diferentes tipos de recursos geotérmicos que allí puedan existir, caracterizados por su temperatura, profundidad y contexto geológico en que se localicen, incluso por diferentes titulares. Para los recursos geotérmicos someros se debe establecer un sistema de tramitación y régimen concesional más sencillo y homogéneo para todas las comunidades autónomas.

Para el caso de aprovechamiento de recursos someros de potencias energéticas muy pequeñas, se deberá establecer un régimen muy simplificado. La Administración minera deberá velar por la posible interacción y compatibilidad entre los aprovechamientos de recursos de aguas termales y minerales, y los diferentes recursos geotérmicos; evitando en todo caso que las tareas que se realicen durante la investigación y aprovechamiento de unos recursos puedan afectar a aprovechamientos preexistentes.

En lo referente a normativa ambiental y de aguas, se deberá conseguir que se disminuyan los prolongados plazos de tramitación que pueden hacer inviables numerosos proyectos geotérmicos.

Deberá establecerse un programa de financiación específica para los importantes riesgos inherentes (riesgo geológico) a los proyectos de geotermia profunda en su etapa inicial (ubicación realización y pruebas en la primera perforación).

Deberán evitarse las incertidumbres que se producen actualmente en relación con el marco retributivo para la producción de electricidad con geotermia a lo largo de la vida del proyecto. Igualmente deberán implantarse sistemas similares para los sistemas de calefacción y climatización con energía geotérmica.

**LA GEOTERMIA, COMO ENERGÍA RENOVABLE QUE ES, DEBERÁ ESTAR CONTEMPLADA EN TODA LA NORMATIVA ENERGÉTICA, NO SÓLO LA RELATIVA A LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES, SINO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR, AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS) Y FRÍO CON ESTAS ENERGÍAS.**

## 5.4 FOMENTO DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

### GEOTERMIA PROFUNDA

El desarrollo de la geotermia profunda en nuestro país presenta un importante retraso respecto a otros países de nuestro entorno, España no ha estado presente en casi ninguna de las iniciativas de I+D relacionadas con la geotermia en Europa en las últimas décadas y cuyos frutos están propiciando ya el desarrollo de nuevas tecnologías como la geotermia estimulada (EGS) en Alemania y Francia. El encuadre geológico español es especialmente propicio al desarrollo de proyectos de EGS y de baja temperatura, y es precisamente en estos campos en los que se están produciendo importantes avances tecnológicos a nivel mundial en los últimos años. Como contrapartida, la definición detallada del potencial de los recursos geotérmicos sigue siendo una de nuestras grandes asignaturas pendientes.

Ante esta situación, España tiene la oportunidad de retomar las experiencias de I+D que se están desarrollando en otros países de nuestro entorno y transferir y desarrollar este nuevo conocimiento adaptándolo a nuestra realidad y encuadre geológico concretos, propiciando la investigación básica y el desarrollo de proyectos de demostración que constituyan la oportunidad para el impulso de la geotermia estimulada y de baja temperatura en nuestro país.

Finalmente la I+D junto con la innovación, han de convertirse en herramientas clave para lograr una disminución paulatina de los costes de producción de energía mejorando así la competitividad de la geotermia frente a otras fuentes de generación de energía.

**EL DESARROLLO DE LA GEOTERMIA PROFUNDA EN NUESTRO PAÍS PRESENTA UN IMPORTANTE RETRASO RESPECTO A OTROS PAÍSES DE NUESTRO ENTORNO, ESPAÑA NO HA ESTADO PRESENTE EN CASI NINGUNA DE LAS INICIATIVAS DE I+D RELACIONADAS CON LA GEOTERMIA EN EUROPA EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS.**

Los principales retos tecnológicos para lograr el despegue de la geotermia se podían resumir en:

- La investigación de recursos convencionales: geología, geoquímica y geofísica.
- El desarrollo de técnicas y aplicaciones geológicas (3D, etc.).
- El desarrollo de técnicas para análisis de estados tensionales y estructurales en yacimientos profundos.
- Estudios sobre la micro-sismicidad.
- La aplicación de nuevas técnicas geofísicas para recursos convencionales. geotermia de baja temperatura y sistemas geotérmicos estimulados (EGS).
- Se deberán impulsar líneas de investigación en España, como ya se vienen desarrollando en otros países, que tiendan a minimizar los efectos indeseables de la sismicidad inducida por la estimulación de los yacimientos. La experiencia de Basilea (Suiza) plantea nuevas líneas de acción en este sentido.
- Modelización de yacimientos: modelos de transporte y flujo de calor adaptados al aprovechamiento geotérmico de acuíferos someros, subsuelo y almacenes profundos.
- Estimulación y creación de reservorios geotermales.
- Mejora de la eficiencia de los ciclos termodinámicos que posibilite la generación de electricidad a partir de temperaturas cada vez más bajas.
- Hibridación de la geotermia con otras tecnologías renovables.

### GEOTERMIA SOMERA

La tecnología del intercambio geotérmico se encuentra en España en una fase incipiente. Distintas barreras han dificultado la implantación de esta tecnología y nos sitúan en una posición de retraso respecto a los países más avanzados de la UE próxima a los 20 años. Las menores demandas térmicas y costes de la energía en nuestro país, que explican en buena medida este retraso, concentran el punto de atención en los desarrollos tecnológicos que sean capaces de reducir los costes de implantación o de incrementar los ahorros proporcionados por estos sistemas.

Los principales retos tecnológicos están relacionados con los siguientes campos:

- Reducción de costes de ejecución de los circuitos.
- Mejora de los métodos de evaluación e incremento de la productividad de los sondeos y campos de sondeos, y de los sistemas de intercambio con el terreno.
- Aumento de la eficiencia de los equipos de generación.
- Desarrollo de sistemas emisores de baja temperatura competitivos.
- Desarrollo de sistemas de rehabilitación de viviendas que permitan la evolución de los conjuntos caldera individual-radiador alta temperatura.
- Estandarización de sistemas geotérmicos en la edificación, especialmente los híbridos de calefacción geotérmica con regeneración solar y los que combinan calefacción y refrigeración.

## 5.5 FORMACIÓN DE PROFESIONALES CUALIFICADOS

Será necesario desarrollar líneas de trabajo que permitan la difusión de las posibilidades de esta fuente energética, colaborando con los centros formativos de la enseñanza reglada para dar a conocer los recursos geotérmicos y sus posibilidades de uso.

- Desarrollo y reconocimiento a nivel europeo, no sólo de esquemas de acreditación y certificación para instaladores de energías renovables a pequeña escala, sino de todo el personal en activo que forma parte de una instalación geotérmica, es decir: instaladores, perforadores, diseñadores, mantenedores, formadores y auditores.
- Inclusión de contenidos de geotermia en titulaciones universitarias, ciclos de formación profesional y posgrado.
- Unificación europea de programas de certificación y formación que habrá que revisar en la medida que las tecnologías avancen. Se considera indispensable que dichos programas se basen en la sostenibilidad ambiental.

# 6 Visión a 2030

## 6.1 MERCADO Y POSICIONAMIENTO DE LA GEOTERMIA

Los escenarios de visión que a continuación se presentan deben tener en cuenta, en cualquiera de los casos e hipótesis que se manejen, los siguientes criterios de sostenibilidad:

- Deberán analizarse con especial atención las posibles interferencias con otros tipos de aprovechamientos, en particular los de aguas minerales y termales, que hacen que el uso del propio fluido termal o las aguas subterráneas que puedan verse afectados.
- Se deberá prestar especial atención al mantenimiento actualizado de las bases de datos sobre aprovechamiento geotérmico, con objeto de plantear criterios de uso racional de los recursos y favorecer el desarrollo armonizado y dinámico del sector.
- Deberán primarse modelos de aprovechamiento de la energía geotérmica en la producción conjunta de energía eléctrica y térmica, así como la hibridación con otras energías renovables.
- Cada instalación deberá diseñarse de la forma más sostenible y eficiente posible, considerando el ciclo completo de vida de la misma y utilizando anticongelantes, refrigerantes y otros productos no tóxicos y respetuosos con el medio ambiente.
- Deberán establecerse con suficiente antelación medidas de seguimiento y redes de vigilancia sísmica en aquellas áreas en las que se plantee la investigación y explotación de sistemas geotérmicos estimulados (EGS).
- En las aplicaciones térmicas, la energía geotérmica somera cubrirá la demanda restante tras la aplicación de las técnicas de climatización pasiva, de recuperación de calor y de *freecooling* que minimicen el consumo. El diseño y ejecución de las instalaciones deberán asegurar un índice de energía primaria superior a 1,2.

LOS ESCENARIOS DE VISIÓN DEBEN TENER EN CUENTA, EN CUALQUIERA DE LOS CASOS E HIPÓTESIS QUE SE MANEJEN, LOS SIGUIENTES CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD.

## 6.2 ESCENARIOS DE VISIÓN

Los escenarios de visión, en particular el escenario en 2020, van a venir establecidos y condicionados por el nuevo Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020, y el Plan de Acción Nacional que desarrolla los objetivos nacionales de la Directiva Europea de Energías Renovables.

### ESCENARIO 2020

Para la geotermia somera, la incertidumbre sobre el grado de implantación actual dificulta establecer criterios objetivos de progresión de esta tecnología en nuestro país. El rápido avance experimentado por esta tecnología en los últimos años se manifiesta en tasas de crecimiento anuales superiores al 30% anual acumulativo.

De acuerdo con el desarrollo experimentado en algunos países próximos, como Francia, se puede plantear un objetivo para el año 2020 de 20 MWt por millón de habitantes. Esto supone una potencia instalada próxima a **1.000 MW térmicos** en 2020. La consecución de este objetivo requiere la instalación de unos 900 MWt en los próximos 10 años. Con las cifras actuales disponibles se calcula que la potencia instalada deberá tener una tasa interanual de crecimiento próxima al 50% en los próximos 10 años.

En cuanto a los objetivos de producción para geotermia profunda, un estudio realizado recientemente* concluye que, si se dan las condiciones adecuadas - esto es, medidas de impulso a la investigación que ayuden a un mejor conocimiento de los recursos y una tarifa que en una fase inicial impulse el desarrollo del sector -, en 2020 se puede contar con una potencia eléctrica instalada de **1.000 MW eléctricos y 300 MW térmicos**.

*Estudio "Geothermal Potential in Spain and Support Schemes Necessary to Facilitate Geothermal Developments" realizado para APPA por las consultoras SKM y GeoThermal Engineering.

### ESCENARIO 2030

Referido a geotermia somera, y continuando con la progresión expuesta en el escenario a 2020, en el año 2030 se deben alcanzar ratios equivalentes a los actuales de otros países europeos con situaciones características de un mercado maduro. De plantearse una convergencia con el actual ratio austriaco, 66 MWt por millón de habitantes, la producción se debe estabilizar en unas 15.000 instalaciones/año a partir de 2020 y hasta 2030. De este modo, la potencia de energía geotérmica somera instalada al año 2030 puede superar los **3.000 MW térmicos**.

En cuanto a los objetivos para geotermia profunda, en 2030 se espera una reducción significativa de los costes de generación eléctrica y térmica que deben tener como consecuencia un importante crecimiento del sector. Tomando como referencia las estimaciones de crecimiento del informe elaborado por European Geothermal Energy Council -EGEC- (Asociación Europea de Geotermia) a comienzos de 2009, para 2030 se espera un crecimiento unas tres veces superior a las cifras estimadas para el horizonte 2020, con lo cual en 2030 se puede llegar a tener **3.000 MW de potencia eléctrica** y cerca de **1.000 MW de potencia térmica** instalada.

## 6.3 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

### 1 DESPEGUE Y DESARROLLO DE LA GEOTERMIA COMO SECTOR ENERGÉTICO DENTRO DE LAS RENOVABLES.

**Demostrar la viabilidad de la geotermia profunda a un nivel suficiente en el que los riesgos y requerimientos de los proyectos geotérmicos sean entendidos y asumidos por la inversión privada, e incrementar la inversión en la geotermia somera, de forma que permita desarrollar proyectos económicamente viables y alcanzar la madurez del sector.**

Estrategias

**Inclusión de la geotermia en el nuevo Plan de Energías Renovables (PER)** 2011-2020 con unos **objetivos concretos (térmicos y eléctricos)** para el 2020. El PER propondrá las medidas necesarias para alcanzar los objetivos fijados, tanto para la geotermia somera como para la profunda, teniendo en consideración sus particularidades técnicas y de desarrollo.

Establecimiento de un **régimen especial de suministro térmico** a partir de fuentes de energías renovables, en particular para la geotermia.

Desarrollo de un **marco regulatorio propio para el sector térmico geotérmico**: introducción de la geotermia en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), Código Técnico de la Edificación (CTE), programas de calificación energética, etc.

**Armonización del marco regulatorio** entre los distintos ámbitos involucrados (aguas, minas, energía, etc.) de forma estable, consistente y coordinada entre las administraciones locales, autonómicas y nacionales.

Desarrollo de **programas de demostración** que prueben con perforaciones geotérmicas el potencial de los recursos y la producción de energía geotérmica y su transformación en electricidad o energía térmica a escala comercial.

Desarrollo de **programas de ayudas y reducción de riesgo** para la perforación de sondeos geotérmicos de exploración.

**Creación de redes de conocimiento** que permitan el intercambio de experiencias y la comunicación fluida entre los miembros del sector geotérmico y con otros agentes externos, analizando de manera conjunta las necesidades, definiendo acciones y estrategias conjuntas, y participando en los diferentes foros internacionales.

Desarrollo de **políticas y estrategias de comunicación** focalizadas en que todos los agentes involucrados en el desarrollo del sector (industria, administración, inversores, comunidades locales, consumidores finales de la energía, etc.) estén convencidos de que la energía geotérmica es una opción limpia, segura, competitiva y viable dentro del mix energético español.

## 2 ACTUALIZACIÓN Y GESTIÓN PERMANENTE DEL CONOCIMIENTO DEL POTENCIAL GEOTÉRMICO ESPAÑOL.

**Disponer de bases de datos públicas con información geo-científica de alta calidad preparada de manera específica para el sector, de forma que permita reducir los riesgos técnico-económicos inherentes a las fases iniciales de la investigación geotérmica.**

Estrategias

**Adquisición de información de calidad** mediante el desarrollo de líneas de investigación a que proporcionen datos geo-científicos útiles para el sector geotérmico, la recopilación de información del subsuelo obtenida por otros sectores como el del gas, petróleo, almacenamiento de $CO_2$ y otros residuos en general, y la modificación de procedimientos de control y puesta a disposición pública de la información procedente de exploraciones e investigaciones realizadas por empresas privadas titulares de derechos.

**Gestión de una base de datos pública y única** para el sector, que integre de forma digital y geo-referenciada la información actualizada obtenida.

## 3 DESARROLLO DE PROGRAMAS DE I+D+i ADAPTADOS A LAS PARTICULARIDADES DEL SECTOR EN NUESTRO PAÍS.

**Potenciar la investigación y el desarrollo de la capacidad innovadora propia para la implementación de avances tecnológicos significativos y la reducción progresiva de costes de generación de la energía.**

Estrategias

Desarrollo de **nuevas técnicas de investigación geológica aplicables en la fase de exploración básica y evaluación del recurso geotérmico.**

Desarrollo y mejora de las tecnologías de **perforación, estimulación, modelización del reservorio geotermal y reinyección de fluidos** en los sistemas geotérmicos estimulados (EGS). Desarrollo de herramientas de apoyo a la perforación que, provenientes del sector de hidrocarburos, las adapten y mejoren.

Impulso tecnológico de la **eficiencia energética de los ciclos termodinámicos**, que permitan la generación de energía eléctrica de manera eficiente a partir de temperaturas más bajas.

Desarrollo de tecnologías, herramientas y protocolos que permitan la **reducción de posibles impactos asociados** tales como la sismicidad inducida, contaminación acústica en las fases de perforación y construcción de la planta geotérmica, y las potenciales emisiones líquidas o gaseosas.

Desarrollo y estandarización de las metodologías y sistemas que permitan la **integración de la energía geotérmica de baja entalpía en la cadena de la edificación sostenible**. Desarrollo de nuevas técnicas de distribución y emisores de frío adaptados a la refrigeración de las viviendas y que incrementen el valor añadido de la geotermia.

Integración de la **capacidad de almacenamiento térmico** del terreno y con sistemas geotérmicos someros con otras energías renovables y con sistemas de alta eficiencia, mejorando la regulación y gestionabilidad del sistema.

Mejora continua de la eficiencia de las **bombas de calor y equipos auxiliares**. Estandarización y simplificación de elementos de regulación y control. Reducción de costes de fabricación e instalación que faciliten la implantación de estos sistemas. Popularización y mejora de los sistemas y cultura de almacenamiento de agua caliente sanitaria (ACS).

Desarrollo de técnicas y sistemas que permitan **reducir el coste de diseño y ejecución de los circuitos de intercambio geotérmico** asegurando su calidad y el mínimo impacto y riesgo. Las técnicas de evaluación y dimensionamiento científico deberán generalizarse en el diseño de las instalaciones de más de 30 kW. Desarrollo de sistemas de perforación, diseños, materiales y equipos adaptados a nuestras condiciones geológicas y de mercado. Desarrollo de manuales de buenas prácticas.

**4** DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO FORMATIVO Y DE CERTIFICACIÓN EN LOS DIFERENTES ÁMBITOS DE LA GEOTERMIA.
Disponer de profesionales capaces de liderar el despegue del sector en nuestro país.

Estrategias

**Formación de instaladores y mantenedores** de geotermia somera (acreditación mediante carnés profesionales), perforadores (delimitando claramente las necesidades de geotermia somera y profunda), diseñadores (formación específica en cursos reglados o masters mediante contenidos de diverso nivel y profundidad) y auditores, impulsando la creación de conocimientos específicos requeridos por el sector.

Desarrollo de **estructuras y comités de trabajo** (nacionales y europeos) que garanticen la coordinación de principios y contenidos, la cualificación/formación y su posterior verificación/certificación, que deben ser llevados a cabo de manera independiente: *National Training/Certification Coordinator* (Coordinador Nacional de Capacitación y Certificación) a nivel nacional y *National Training/Certification Institutions* (Instituciones Nacionales de Capacitación y Certificación) a nivel local.

## 6.4 CONSIDERACIONES PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS

- Apoyo decidido y liderazgo de la Administración (tanto nacional, como autonómica y local) en una fase inicial en la que se desarrolle el marco regulatorio, retributivo y normativo específico, en la que se promuevan proyectos de demostración, se apoyen medidas complementarias de mitigación de riesgos, y se tramiten ágilmente las iniciativas; de forma que se cree la confianza necesaria en empresas, promotores, inversores y financiadores, etc., para el lanzamiento y desarrollo del sector.

- Impulso y apoyo a las nuevas iniciativas en el sector geotérmico, tanto en empresas existentes como a las de nueva creación, mediante programas de ayudas a la inversión, adquisición de tecnología, desarrollo de tecnología, mejora de procesos, internacionalización, etc., de manera que se cree una red de empresas promotoras, subcontratistas o auxiliares.

- Desarrollo de la cadena de valor del sector de la geotermia de manera completa y equilibrada, con visión a largo plazo como estrategia de país y evitando otras visiones cortoplacistas y especulativas; mediante el estímulo y apoyo al mercado, la captación de conocimiento, la creación de empresas y formación de profesionales con capacidad y competencia suficiente para crear una masa crítica de proyectos exitosos.

- Impacto de la evolución de la curva de aprendizaje en la reducción del coste de diseño y ejecución de las instalaciones geotérmicas, realimentando el desarrollo y la competitividad del sector y asegurando su calidad, el mínimo impacto y riesgo y la adaptación a nuestras condiciones geológicas y de mercado.

- Creación de una visión compartida por toda la sociedad (empresas, universidades, centros formativos, centros tecnológicos, Administración, usuarios finales, etc.) de la geotermia como tecnología renovable capaz de proporcionar de manera continua a los hogares y a la industria española energía eléctrica y térmica limpia y competitiva.

- Impulso en el ámbito europeo de grupos de trabajo, comités, intercambio de experiencias, redes de expertos y conocimiento, etc., en materia de normalización, investigación y universidades, I+D+i y tecnología.

## 6.5 BENEFICIOS ESPERADOS

- Incremento de la aportación de energía renovable con una disminución paralela del consumo de energía primaria.
- Mejora de la gestionabilidad del sistema.
- Creación de un sector industrial sostenible de difícil o imposible deslocalización.
- Reducción de la dependencia energética de combustibles fósiles.
- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- Mejora de la balanza de pagos.
- Laminación de puntas de consumo eléctrico asociadas a demandas de climatización.
- Regulación de sistemas de generación distribuida mediante el almacenamiento de los excedentes térmicos.
- Sistemas integrados de calefacción y refrigeración más racionales y con consumos inferiores.

Fotografía cortesía de PETRATHERM

# 7 Referencias


EGEC 2009. Research Agenda for Geothermal Energy, Strategy 2008 to 2030.

García Noceda-Márquez, C. 2008. Energía Geotérmica. Energía de Hoy y Mañana, Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, pp.29-39.

Gawell, K., Greenberg, G. 2007. Update on World Geothermal Development, 2007 Interim Report.

IEA-GIA Annual Report 2008.

Sánchez-Guzmán, J., García Noceda-Márquez, C. 2005. Geothermal Energy Development in Spain – Country Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2005.

Manual de Geotermia IGME-IDAE. Junio 2008.

Memoria anual 2008 IDAE.

"Geothermal Potential in Spain and Support Schemes Necessary to Facilitate Geothermal Developments". Estudio realizado por las consultoras SKM y GeoThermal Engineering para APPA. 2010.

APPA, documentación de las secciones de Geotérmica de Alta y de Baja Entalpía.

Communication from the Commission "Investing in the development of low carbon Technologies (SET Plan)". Accompanying documents: "A technology roadmap", "Impact Assessment", "Summary of the impact assessment" and "R&D investment in the priority technologies of the SET Plan".

# 8 Gracias

La creación de GEOPLAT y la elaboración de este primer documento de posicionamiento de la Plataforma, ha sido posible gracias a la loable voluntad de entidades de distinta naturaleza; pero sobre todo, gracias al importante esfuerzo realizado y la constante ilusión aportada por un conjunto de personas, sin las cuales nada de esto hubiera sido posible.

En primer lugar agradecer al Ministerio de Ciencia e Innovación, y especialmente a Mª Luisa Castaño y a Ana Mª Lancha de la Subdirección General de Estrategias de Colaboración Público-Privada, el permanente apoyo y la confianza demostrada tanto en el sector como en el proyecto. Igualmente agradecer a IDAE (Ministerio de Industria Turismo y Comercio) y a su Departamento de Geotermia, constituido por Carmen López y Carmen Roa, el liderazgo demostrado en la puesta en marcha de GEOPLAT así como el permanente empuje a la consecución de los objetivos establecidos.

Muchísimas gracias a los miembros del Grupo Rector de GEOPLAT por ser el alma de la Plataforma, y por dar incansablemente lo mejor de sí para conseguir el exitoso desarrollo de la energía geotérmica en España. Gracias a Iñigo Arrizabalaga (TELUR), Presidente de GEOPLAT, por la capacidad analítica y agilidad que imprime al funcionamiento de la Plataforma. Por supuesto gracias a Javier Urchueguía (UNIV. POLITÉCNICA DE VALENCIA) y a Raúl Hidalgo (PETRATHERM) por su empeño en hacer grande a GEOPLAT, tanto en España como internacionalmente; y también a Celestino García de la Noceda (IGME) cuya experiencia e importantes conocimientos del sector geotérmico constituyen uno de los pilares de GEOPLAT. Además gracias a Laura Arias (DALKIA) y a Mikel Sojo (ACCIONA ENERGÍA) por su responsabilidad y buen hacer para que todo funcione correctamente, y también a Beatriz Torralba y a Borja Izquierdo (ambos de CDTI) por sus valiosos consejos y apoyo. A Paloma Pérez, técnico de la Secretaría Técnica de GEOPLAT, muchas gracias por estar siempre ahí, cuidando de la Plataforma y de todos los que formamos parte de ella.

Pero es sin duda el sector de la geotermia en España en su conjunto el que le da cuerpo a GEOPLAT, permite su evolución y le conduce al éxito. Gracias a la confianza que tiene depositada en la Plataforma, el sector podrá logar su desarrollo tecnológico, que va inherentemente vinculado a su éxito empresarial. Muchas gracias a todos.

MARGARITA DE GREGORIO
COORDINADORA - SECRETARÍA TÉCNICA GEOPLAT