



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA

ENERGÍA GEOTÉRMICA

Recursos Energéticos de Andalucía

Departamento de Energías Renovables

Agencia Andaluza de la Energía



Índice

1. Introducción
2. Conceptos Básicos
3. Recursos geotérmicos
 - i. De muy baja temperatura
 - ii. De baja temperatura
 - iii. De media temperatura
 - iv. De alta temperatura
 - v. EGS
4. Recursos geotérmicos en Andalucía
 - i. De muy baja temperatura
 - a. Rocas
 - b. Acuíferos
 - ii. De baja temperatura
 - iii. De media temperatura
 - iv. De alta temperatura
 - v. EGS
5. Referencias
6. Conclusiones
7. Bibliografía



Introducción. Energía Geotérmica

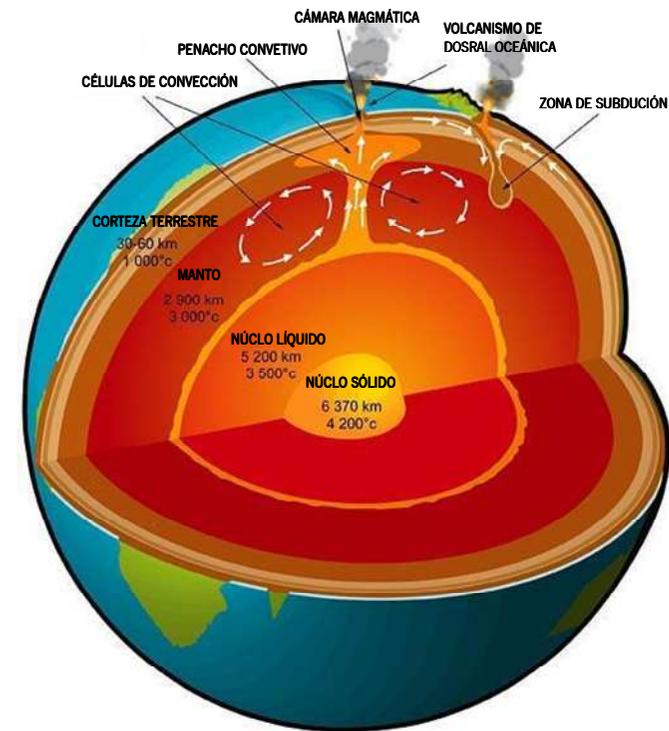
Son consideradas Energías renovables, de forma general, aquellas que tienen su origen en la radiación solar, ya sea de forma directa como la solar térmica o fotovoltaica o de forma indirecta como la eólica, hidroeléctrica o biomasa; pero también debe tenerse en cuenta la **energía geotérmica** que, a diferencia del resto, tiene su origen en el calor interior de la Tierra, provocado por la desintegración de isótopos radioactivos, los movimientos diferenciales entre las distintas capas que constituyen la Tierra y el calor latente de cristalización del núcleo externo.

La energía disponible a través de esta vía puede ser aprovechada de muy diversas formas, que van desde su uso en viviendas individuales para la generación térmica, hasta su uso en grandes centrales para la generación eléctrica mediante el uso de turbinas de vapor.



Conceptos básicos

- **Energía geotérmica** es aquella que se encuentra almacenada en forma de calor por debajo de la superficie sólida de la Tierra, ya sea en rocas, suelos o aguas subterráneas, cualquiera que sea su temperatura, profundidad o procedencia.
- **Recurso geotérmico:** término que engloba la porción de calor desprendido desde el interior de la Tierra que puede ser aprovechado por el hombre con las técnicas actuales.
- **Yacimiento geotérmico:** es aquel recurso geotérmico en el que se dan condiciones geológicas y geotérmicas favorables para que se pueda explotar de forma económica.



Recursos Geotérmicos: Clasificación

Los recursos geotérmicos pueden ser clasificados bajo diversos criterios, aunque la clasificación más común es la basada en su temperatura:

- Recursos de Muy Baja Temperatura ($T < 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Recursos de Baja Temperatura ($30 \text{ }^{\circ}\text{C} < T < 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Recursos de Media Temperatura ($100 \text{ }^{\circ}\text{C} < T < 180 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Recursos de Alta Temperatura ($T > 180 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Recursos en Sistemas Estimulados (EGS $T > 180 \text{ }^{\circ}\text{C}$)



Recursos Geotérmicos: Aplicaciones

Recursos geotérmicos	Temp. (°C)	Tecnología	Aplicación	
	Muy baja entalpía	5-25 °C	Utilización de bomba de calor	Usos directos Climatización
Convencionales	Baja entalpía	25-50 °C	Puede precisar bomba de calor	Usos directos
		50-100 °C		Usos directos
	Media entalpía	100-150 °C	Ciclos binarios	Electricidad, Procesos
	Alta entalpía	> 150 °C		Electricidad
No convencionales	EGS - HDR	> 150 °C	Ciclos binarios	Electricidad
	Supercríticos	> 300 °C		Electricidad, Hidrógeno



Recursos Geotérmicos: Muy Baja Temperatura I

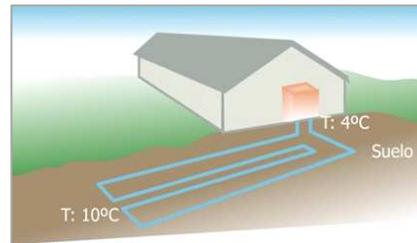
En gran número de localizaciones, a poca profundidad, las rocas y las aguas subterráneas se encuentran entre 15 y 25 °C. Esta energía es conocida como energía geotérmica de muy baja temperatura y existe prácticamente en todos los lugares en mayor o menor concentración en función de la roca o del acuífero presente.

La extracción de esta energía de bajo nivel térmico (<25 °C) y su transformación a los niveles térmicos utilizables por el hombre (40-50 °C), se lleva a cabo gracias a la bomba de calor (máquina que aprovecha una caída térmica en un fluido para producir un aumento de temperatura en otro distinto, aplicando energía mecánica o eléctrica).

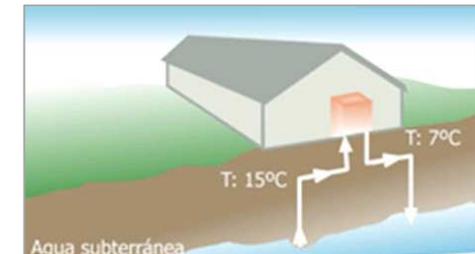


Recursos Geotérmicos: Muy Baja Temperatura II

La energía térmica cedida en forma de agua o aire caliente, se extrae de una fuente externa: el subsuelo o las aguas subterráneas, en este caso. Esta extracción se realiza, bien mediante colectores horizontales a poca profundidad (2-3 metros) o bien mediante sondeos verticales.



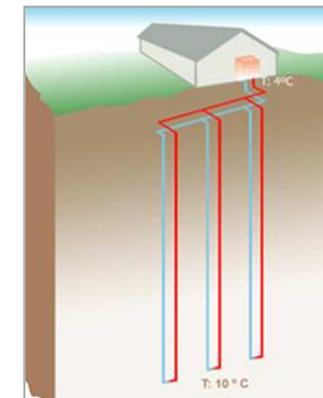
Esquema de colectores horizontales para extracción de calor de la Tierra



Esquema de captación de energía de acuífero



Esquema de bomba de calor



Esquema de captación de energía de la roca mediante sistema vertical

Esquemas de explotación de la energía geotérmica de muy baja temperatura

Recursos Geotérmicos: Baja Temperatura I

Para que se den, se requiere que a una profundidad adecuada (1.500-2.500 m), existan formaciones geológicas permeables capaces de contener y dejar circular fluidos que extraigan el calor a la roca.

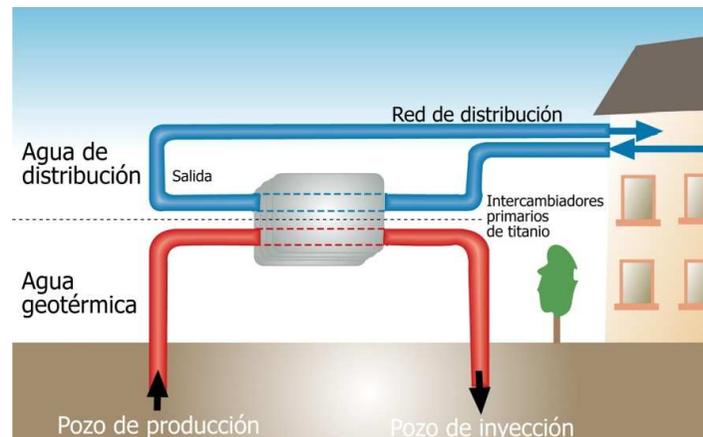
Para su óptimo aprovechamiento deben ser utilizados en aplicaciones directas del calor, en centros de consumo próximos al yacimiento.

Este tipo de recurso, más convencional, puede ser aprovechado directamente como uso de calor, habitualmente debido a la calidad del fluido –salado-, mediante intercambiador. No obstante, en los casos en que la temperatura no es muy elevada, $T < 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$, se hace necesario el uso de la bomba de calor.



Recursos Geotérmicos: Baja Temperatura II

Los parámetros fundamentales que definen la explotación de estos recursos son: caudal de producción, temperatura de producción y calidad del agua (especialmente salinidad). Los dos primeras determinan la potencia térmica disponible y, por tanto, el dimensionamiento. Por su parte, la salinidad define si es necesaria la re-inyección del fluido térmico en la misma formación de la que procede y el uso de un doble circuito térmico (primario-secundario).



Esquema básico de aprovechamiento de recursos de baja Temperatura (Fuente: www.igme.es)

Recursos Geotérmicos: Media Temperatura I

En regiones en las que existen formaciones geológicas muy profundas (3000-4000 m) y permeables, con un gradiente geotérmico que hace que se puedan superar los 100-120 °C, se dice que existe un yacimiento de media temperatura. Este tipo de yacimiento puede darse también en zonas con gradiente algo más elevado del normal (4-5 °C/100 metros) y en formaciones permeables que se encuentran a profundidades de 2500-3000 metros.

Los yacimientos que dan lugar a este tipo de recursos pueden encontrarse en numerosos lugares del planeta, precisando para su existencia de una intrusión magmática como fuente de calor, y de un acuífero con buena recarga. No es necesaria una capa impermeable sobre el acuífero que mantenga el calor y la presión en el yacimiento, como en el caso de los yacimiento de alta temperatura.



Recursos Geotérmicos: Media Temperatura II

El rendimiento de los ciclos en los que se usa este recurso para producir solo electricidad es generalmente bajo, tanto más bajo cuanto menor es la temperatura del fluido geotérmico, del orden de 6-8%. Es decir, la potencia eléctrica que se puede instalar es un 6-8% de la potencia térmica disponible en el fluido geotérmico. En los últimos años se han producido mejoras sustanciales, especialmente para temperaturas superiores a 150 °C, lo que permite predecir una mayor explotación de estos recursos en el futuro.

Adicionalmente, puede obtenerse un mejor rendimiento, económico y operacional, utilizando este recurso en procesos combinados de producción de electricidad y energía térmica; mediante ciclo binario y sistemas de calefacción centralizado, tipo district-heating.



Recursos Geotérmicos: Alta Temperatura I

Las condiciones geológicas necesarias para la existencia de un yacimiento geotérmico de alta temperatura son tres:

- Presencia de un foco de calor activo, que proporcione un flujo anómalo.
- Existencia a profundidad adecuada (1.500-2.500 m), de capas de rocas permeables que permitan la circulación de fluidos muy calientes..
- Presencia de formaciones impermeables superpuestas a las anteriores que actúen de sello o cierre a los almacenes definidos.



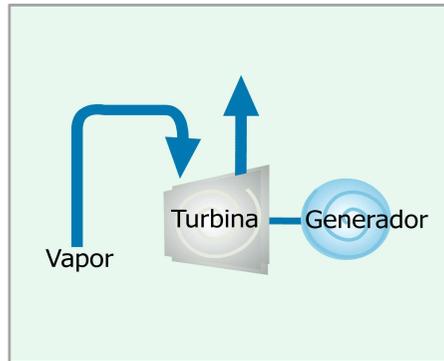
Recursos Geotérmicos: Alta Temperatura II

Dependiendo de las características del fluido procedente del yacimiento geotérmico, existen varios sistemas productivos o ciclos termodinámicos de aprovechamiento:

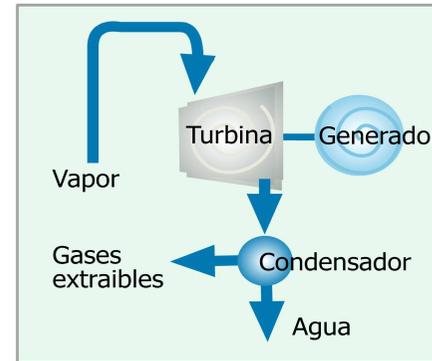
- Yacimientos de vapor seco: Se pueden utilizar dos tipos de ciclos: Ciclo directo sin condensación o Ciclo directo con condensación.
- Yacimientos de agua sobrecalentada: Se explotan generalmente mediante ciclo semidirecto con flash en una o varias etapas y con condensación.
- Yacimientos de salmueras. En estos, la alta concentración salina del fluido no permite su uso directo en procesos de vaporización, por lo que han de ser explotados mediante ciclos binarios. En estos, el fluido geotérmico cede su calor a un fluido secundario, que una vez ha adquirido energía y se encuentra en fase vapor pasa a las turbinas.



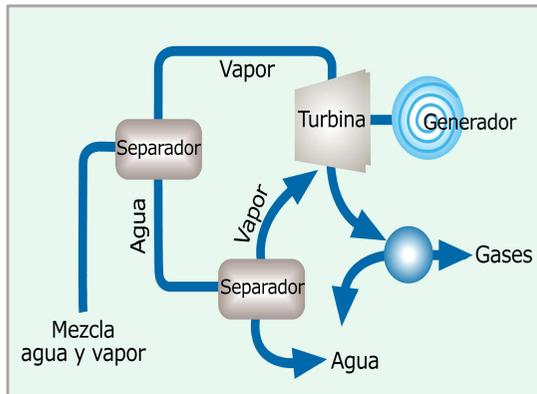
Recursos Geotérmicos: Alta Temperatura III



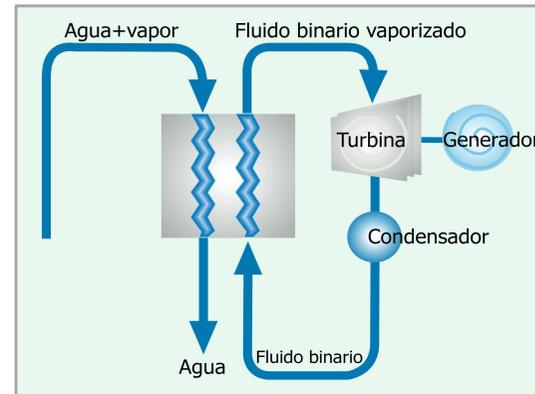
Ciclo directo sin condensación



Ciclo directo con condensación



Ciclo semidirecto con flashing en varias etapas



Ciclo binario

Esquemas de ciclos de producción de electricidad con energía geotérmica (Fuente: www.igme.es)

Recursos Geotérmicos: Sistemas Geotérmicos Estimulados I

Este concepto tiene su antecesor en el sistema de ROCA CALIENTE SECA (HDR en el acrónimo inglés). Este sistema se basaba en la extracción energía de masas de rocas impermeables profundas y muy calientes, mediante circulación de un fluido caloportador por fracturas realizadas artificialmente, captándolo en las fracturas profundas y cediéndolo en superficie en las instalaciones de aprovechamiento. De esta forma, es aprovechada la gran cantidad de energía en forma de calor que existe en el subsuelo a profundidades superiores a 4-5 Km.

El desarrollo de experiencias en diferentes países, ha obligado a una renovación del concepto HDR debido a las dificultades que se planteaban en la práctica para la extracción de calor de las fracturas artificiales, obligando al desarrollo de un concepto sustitutivo: EGS (Sistema Geotérmico Estimulado).



Recursos Geotérmicos: Sistemas Geotérmicos Estimulados II

En los EGS se aprovecha la fracturación natural de una masa de roca, como conexión entre los sondeos de inyección de fluido frío y de extracción del fluido caliente tras su circulación por la fractura natural.

Este nuevo concepto de aprovechamiento de calor de la roca caliente seca, es el aplicado en el proyecto europeo más importante que se está llevando a cabo en Soultz Sous Foret (Francia), planta piloto de 1,5 MW, y que actualmente es el sistema experimental más avanzado. Existen otras plantas demostrativas a nivel mundial.

Sólo dos condiciones son comunes a todas: los almacenes de roca caliente están constituidos por materiales duros (tipo basamentos cristalinos y metamórficos) y, por otra parte, siempre existe una anomalía térmica respecto del gradiente geotérmico medio de la Tierra.





Recursos Geotérmicos de Andalucía

Se ha llevado a cabo una descripción-inventario de los recursos geotérmicos existentes en Andalucía, tomando como referencia los estudios e investigaciones llevados a cabo en pasadas décadas por el Instituto Geológico y Minero de España, e incorporando algunas nuevas características para determinados tipos de recursos.

Esta descripción básica de los recursos presentes en Andalucía se ha centrado en las características o potencialidades más importantes del recurso basadas en las condiciones geológicas-litológicas-estratigráficas, geométricas, físicas y químicas, etc.



Recursos Geotérmicos en Andalucía: Muy Baja Temperatura I:

Este tipo de recurso existe prácticamente en todo el ámbito territorial y es consecuencia de la estabilidad de la temperatura del subsuelo a partir de los 10-15 metros. Se presenta bajo dos formas:

- energía térmica contenida en las rocas del subsuelo
- energía térmica contenida en los acuíferos someros.

Para ambos tipos de recurso se ha llevado a cabo una evaluación y estimación del mismo en todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, elaborando sendos mapas a escala de la comunidad autónoma.



Recursos Geotérmicos en Andalucía: Muy Baja T^a Rocas I

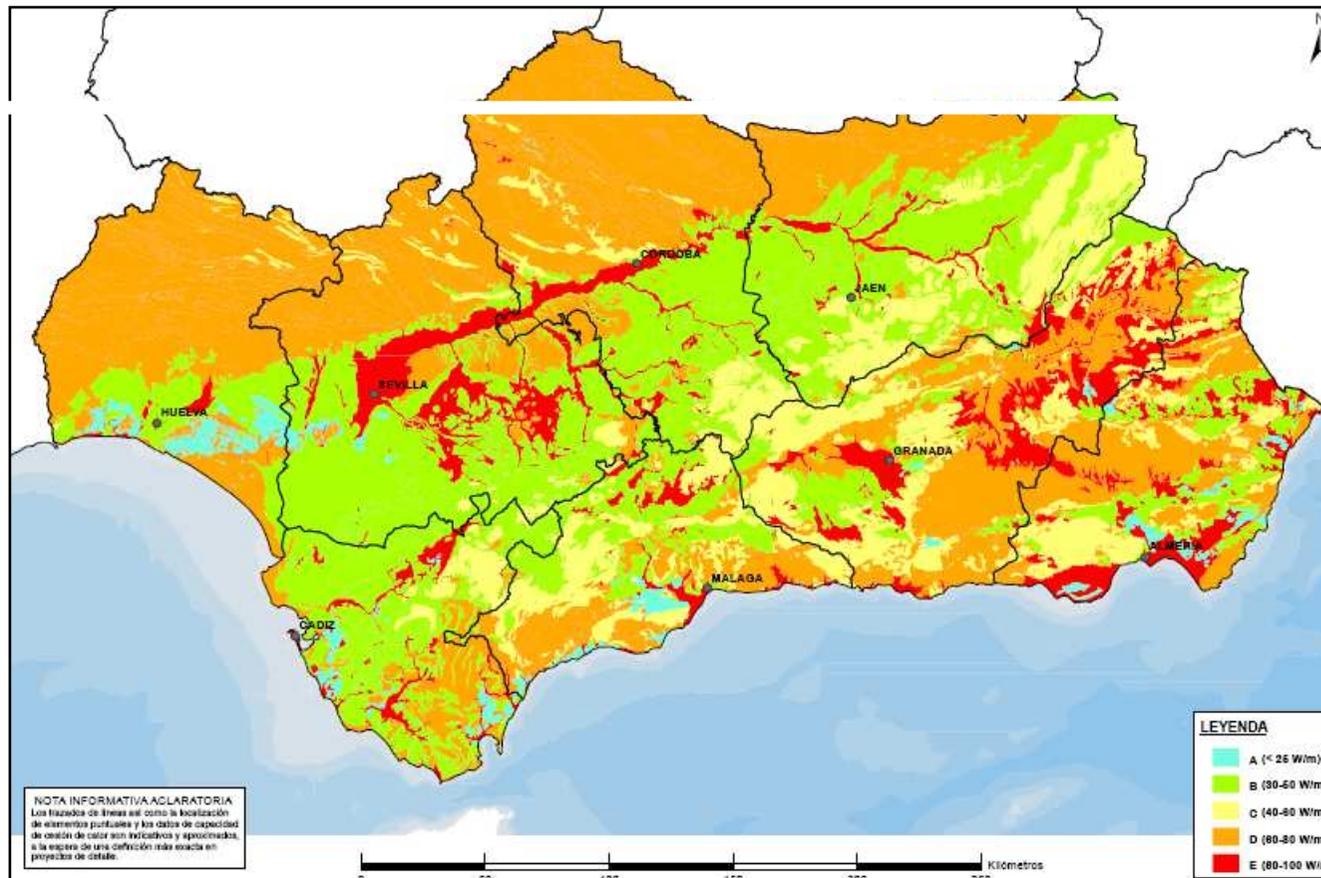
A partir de valores estandarizados, como los recogidos en la norma: VDI4640 Parte 2 – Uso térmico del subsuelo. Norma Alemana de 2001, y teniendo en cuenta las rocas existentes en Andalucía se ha elaborado un mapa de las características térmicas de las rocas del subsuelo, cuyos valores son aplicables a instalaciones más comunes: extracción vertical con 1.800 horas/año de aprovechamiento.

De esta forma, asignando a cada litología (mapa de unidades litológicas de Andalucía) el valor correspondiente a su clasificación, queda transformado en un Mapa de Capacidades de Extracción de Calor, que puede ser utilizado para el diseño preliminar.

Antes de ejecutar una instalación de este tipo será necesario un sondeo para la realización de un “Test de Respuesta Térmica”, que permitirá concretar el diseño las instalaciones y la capacidad térmica del terreno.



Recursos Geotérmicos en Andalucía: Muy Baja T^a: Rocas II



Nota: En el mapa se dan las características básicas que pueden servir como primera base a estudios previos de viabilidad.

[Pinchar aquí para ver mapa en pantalla completa](#)



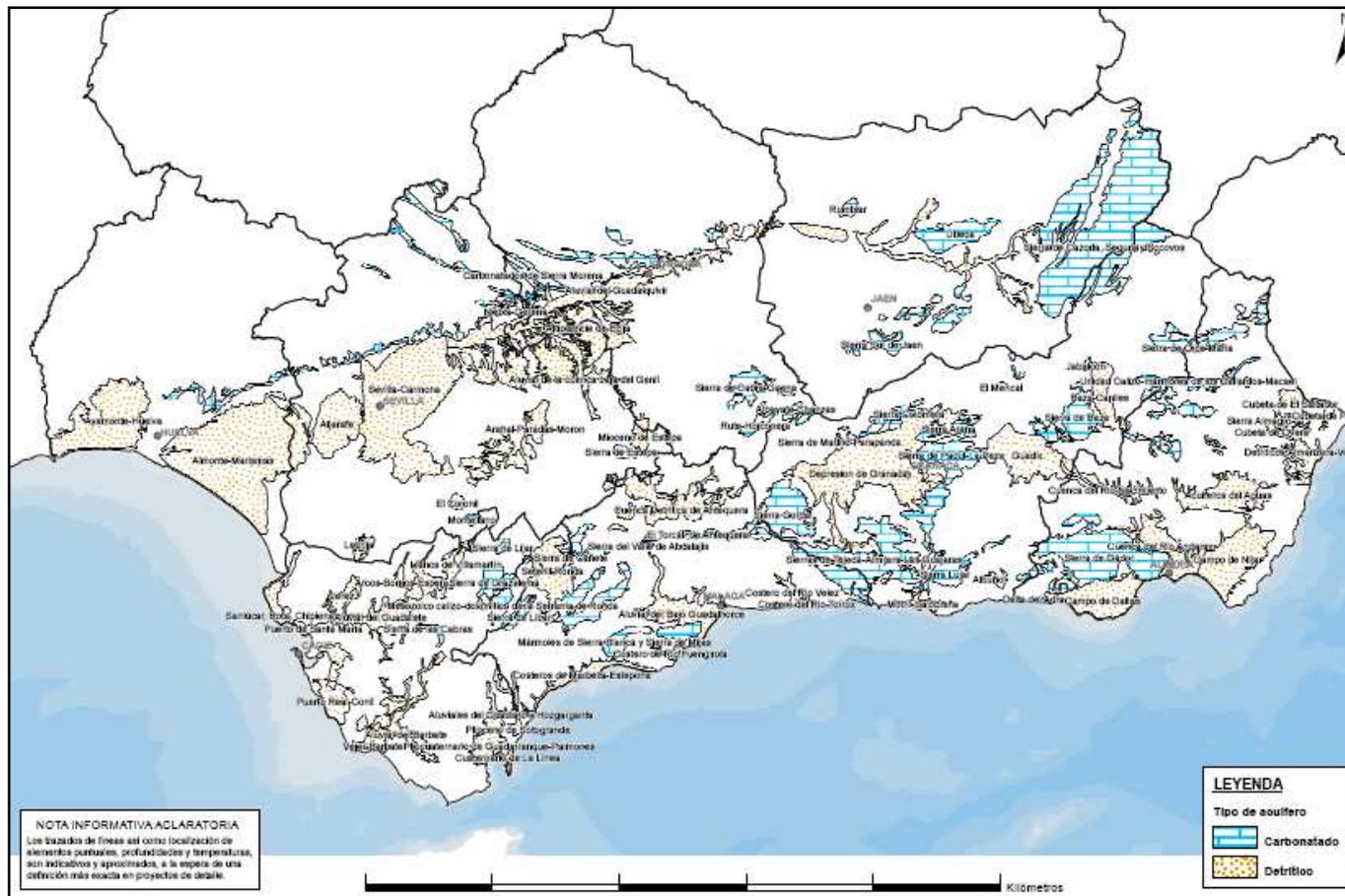
Recursos Geotérmicos en Andalucía: Muy Baja T^a: Acuíferos I

Andalucía abarca dos importantes cuencas:

- La cuenca del Guadalquivir, donde los acuíferos detríticos predominan sobre los calcáreos. En los primeros pueden obtener caudales de hasta 60–80 l/s, a una temperatura variable de 15-20 °C, con aguas de mineralización notable o ligera. En cuanto a acuíferos calcáreos, suelen tener problema de coincidencia con centros de consumo, al constituir macizos montañosos alejados de poblaciones importantes.
- En la Cuenca Sur también predominan los acuíferos detríticos, con buenas características hidráulicas, pueden dar caudales de hasta 80 l/s. Para profundidades menores de 150 m la temperatura alcanza frecuentemente los 25-30 °C. Las aguas son de mineralización media a alta. Los acuíferos calcáreos tienen también buenas características hidráulicas pudiendo dar caudales puntuales muy elevados. Hoy día, no están siendo explotados por su lejanía a grandes centros de consumo.



Recursos Geotérmicos en Andalucía: Muy Baja T^a: Acuíferos II



Nota: En el mapa se dan las características básicas que pueden servir como primera base a estudios previos de viabilidad.

[Pinchar aquí para ver mapa en pantalla completa](#)



Recursos Geotérmicos en Andalucía: Muy Baja T^a: Acuíferos III

Zona N°	Nombre	Superficie (km ²)		Espesor (m)	Litología	Porosidad	Temperatura Media estim. (°C)	Densidad (kg/m ³)	Capacidad calorífica (Julio/kg°C)	H ₀ (Juliox10 ¹⁶)	RI (Juliox10 ¹⁶)
		Total	Efectiva								
1	Huelva	1160	435	200	Calizas	0,06	70	2590	866	1098	302
2	Sevilla Guadalquivir	1320	665	150	Calcarenitas	0,06	80	2650	825	1460	414
3	Córdoba Guadalquivir	750	412	150	Calcarenitas	0,06	80	2650	825	904	256
4	Jaén Guadalquivir	1230	343	300	Calizas	0,06	70	2590	866	1298	357
5	Algeciras	170	93	150	Calizas	0,03	65	2590	866	156	42
6	Manilva	70	70	300	Calizas	0,03	85	2590	866	331	95
7	Cádiz subbético	260	260	100	Calizas	0,03	85	2590	866	410	118
8	Alora - Cártama	50	50	200	Calizas	0,03	55	2590	866	89	22
9	Sevilla subbético	500	300	50	Dolomías	0,03	85	2650	954	265	76
10	Córdoba subbético	140	91	150	Dolomías	0,03	85	2650	954	241	69
11	Jaén subbético	240	108	400	Calizas	0,03	85	2590	866	681	195
12	Granada	370	370	300	Calizas	0,06	95	2590	866	2055	601
13	Lanjarón	60	60	750	Mármoles	0,02	110	2660	774	884	264
14	Guadix - Baza	1000	650	300	Calizas	0,06	85	2590	866	3150	904
15	Huéscar Orce	380	247	200	Calizas	0,03	55	2590	866	438	111
16	Albuñol	60	60	300	Calizas	0,03	65	2590	866	201	54
17	Campo Dalías	110	110	600	Calizas	0,06	55	2590	866	599	152
18	Falla Almería	100	100	600	Calizas	0,05	65	2590	866	681	183
19	Alhambilla	15	15	250	Mármoles	0,02	105	2660	774	70	21
20	Sorbas	110	110	150	Arenas	0,08	45	2650	825	110	25
21	Níjar	190	190	150	Arenas	0,08	55	2650	825	257	65
22	Aguilas	120	120	500	Calizas	0,06	70	2590	866	757	208

Datos básicos de las zonas de potenciales yacimientos de muy baja temperatura en Acuíferos

índice



Recursos Geotérmicos en Andalucía: Baja Temperatura

22 áreas de interés. Datos básicos:

Nº Orden	Nomenclatura zona geotérmica	Superficie estimada (km²)	Provincia 1	Superficie Provincia 1 (km²)	Provincia 2	Superficie Provincia 2 (km²)	Formación almacén estimada	Tª Máx. (°C)	Prof. Máx. (m)	Prof. Mín. (m)
1	Huelva	1160	Huelva	1160	-	0	Terciario Basal y Jurásico	80	1000	500
2	Sevilla Guadalquivir	1320	Sevilla	1210	Córdoba	110	Terciario Basal	90	1500	1000
3	Córdoba Guadalquivir	750	Córdoba	750	-	0	Terciario Basal	90	1500	1000
4	Jaén Guadalquivir	1230	Jaén	1230	-	0	Terciario Basal y Jurásico	80	2000	1500
5	Algeciras	170	Cádiz	160	Málaga	10	Subbético	70	1500	1000
6	Manilva	70	Málaga	70	-	0	Subbético	90	2500	2000
7	Cádiz subbético	260	Cádiz	200	Málaga	60	Subbético	90	2500	2000
8	Alora – Cártama	50	Málaga	50	-	0	Maláguide	60	1500	1000
9	Sevilla subbético	500	Sevilla	390	Málaga	110	Subbético	90	2500	2000
10	Córdoba subbético	140	Córdoba	140	-	0	Subbético	90	1500	1000
11	Jaén subbético	240	Jaén	240	-	0	Subbético	90	1500	1000
12	Granada	370	Granada	370	-	0	Terciario Basal, Subbético y Alpujarride	100	1500	1000
13	Lanjarón	60	Granada	60	-	0	Nevado-Filábride	120	1500	1000
14	Guadix – Baza	1000	Granada	770	Almería	230	Terciario Basal y Alpujarride	90	1500	1000
15	Huércar Orce	380	Granada	380	-	0	Subbético	60	1500	1000
16	Albuñol	60	Granada	40	Almería	20	Alpujarride	70	1000	500
17	Campo Dalías	110	Almería	110	-	0	Alpujarride	60	1000	500
18	Cuenca de Andarax	100	Almería	100	-	0	Alpujarride	70	1000	500
19	Alhambilla	15	Almería	15	-	0	Nevado-Filábride	110	1500	1000
20	Sorbas	110	Almería	110	-	0	Terciario Basal	50	1000	500
21	Níjar	190	Almería	190	-	0	Terciario Basal	60	1000	500
22	Bajo Almanzora	120	Almería	120	-	0	Alpujarride	80	1000	500

Datos básicos de las zonas de potenciales yacimientos de baja temperatura



Recursos Geotérmicos en Andalucía: Media Temperatura I:

En Andalucía es posible encontrar formaciones permeables a gran profundidad (2.500-4.000 m) con gradiente geotérmico normal, como en las áreas Subbética o Prebética, o con gradientes algo más elevado que el normal – p. ej. 40-50 °C/km - como en área del dominio interno de las Béticas, donde se pueden alcanzar o superar los 150 °C.

Cabe destacar dos zonas de recursos geotérmicos de media temperatura: Lanjarón y Alhamilla donde se pueden localizar almacenes de media temperatura (120-150 °C) en materiales Nevado-Filábride (mármoles) situados a profundidades no muy grandes.

Con independencia de estas dos zonas, la exploración de hidrocarburos ha puesto en evidencia otras dos áreas que pueden considerarse como recursos geotérmicos de Media Temperatura: los sondeos Bética 14-1 (Lebrija-Sevilla) y Andalucía A-1 (Costa de Roquetas-Almería).



Recursos Geotérmicos en Andalucía: Media Temperatura II:

El sondeo Bética 14-1, junto al río Guadalquivir, cortó entre 3.400 y 3.500 metros una formación permeable constituida por calizas y dolomías jurásicas con agua salada a una temperatura estimada del orden de 150 °C. Por lo tanto, se puede concluir a este respecto que en la zona de Lebrija, en el límite entre Sevilla y Cádiz, existen recursos geotérmicos profundos -3.500 metros- a temperaturas de 150 °C que se podrían explotar para producción de electricidad con ciclos binarios.

El sondeo Andalucía A-1, en la plataforma marina próxima a Roquetas de Mar (Almería) cortó, a la profundidad de 2.600-2.700 metros, materiales carbonatados de la base del Terciario o de los mantos Alpujárrides con temperatura media en perforación de 142 °C, que por extrapolación representaría en formación virgen del orden de 170-180 °C.



Recursos Geotérmicos en Andalucía: Alta Temperatura

Hay que resaltar que en el ámbito de las Cordilleras Béticas tienen lugar algunos de los fenómenos necesarios para la presencia de este tipo de recurso. Sin embargo, el más importante para la existencia de yacimiento (actividad volcánica y/o plutónica), está en la práctica ausente en Andalucía.

Por lo tanto, se puede concluir que, al menos a profundidades comerciales, no existen yacimientos de alta temperatura convencionales en Andalucía, aunque, no es descartable que en las zonas más internas del dominio Bético exista a profundidad elevada de 4-5 km, capas permeables sellados con formaciones impermeables a temperaturas de 200-220 °C debido a gradientes algo anómalos 40-50 °C/km. Sin embargo, esta posible excepción no puede ser delimitada o evaluada ni siquiera en un estadio preliminar, por lo que debe quedar como mención de baja probabilidad.



Recursos Geotérmicos en Andalucía: EGS I:

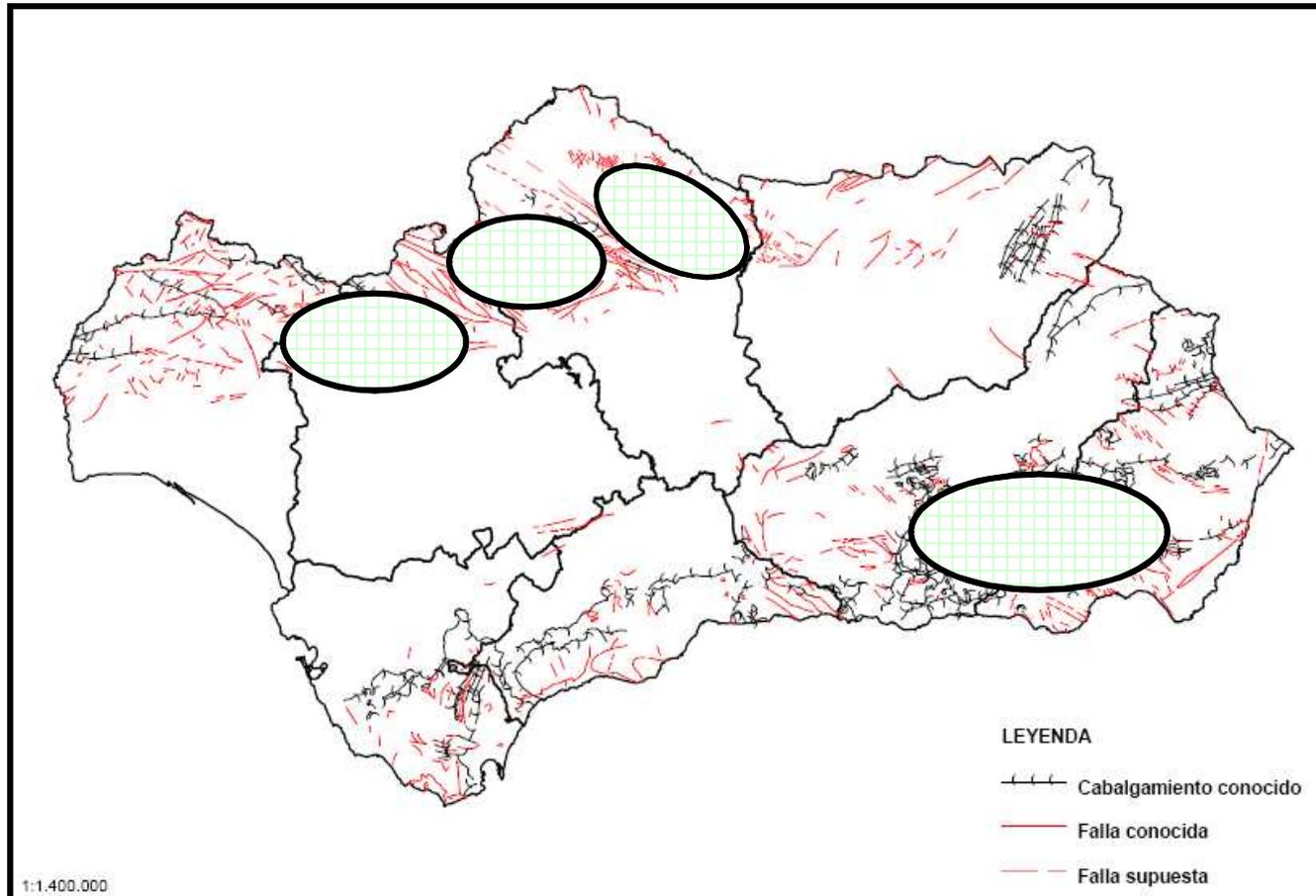
La revisión de la geología andaluza, permite seleccionar dos grandes ámbitos geológicos como propicios para proyectos de esta índole: el Macizo Hercínico o Ibérico y las zonas internas de la Cordillera Bética.

En el área del Macizo Hercínico las zonas seleccionadas coinciden con intrusiones graníticas o granodioríticas y abundante fracturación. En la zona Bética, el área seleccionada coincide con las elevaciones del zócalo Nevado-Filábride: S. Nevada, S. Alhamilla y S. de los Filabres.

En cuanto a las áreas del Macizo Hercínico, aunque no existe indicación clara de anomalía térmica, sí hay presencia de manifestaciones termales en áreas vecinas (Extremadura y C. Real), al tiempo que existen anomalías importantes de gradiente térmico (superándose temperaturas de 70-75 °C a profundidades de 700-900 m.) en los sondeos de petróleo realizados en la depresión del Guadalquivir.



Recursos Geotérmicos en Andalucía: EGS II:



Área seleccionada para posibles proyectos de HDR o EGS. Mapa de fracturas en Andalucía. Fuente: IGME.

[Pinchar aquí para ver mapa en pantalla completa](#)

índice



Recursos Geotérmicos en Andalucía: Uso de la bomba de calor

El coste medio asociado a esta tecnología, actualmente, es:

Tipo de circuito	Tipología de intercambio	Coste de referencia (€/kW)
Circuito cerrado	Sondeo-vertical	1.500-1.800
	Enterramiento horizontal	1.100-1.400
Circuito abierto		500

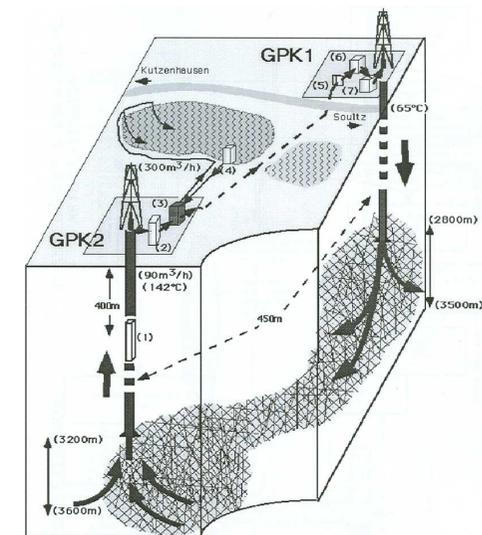
El sobrecoste que supone la instalación de una bomba de calor geotérmica frente a una instalación convencional suele llevar asociado un periodo de amortización que oscila de los 6 a los 9 años.



Proyecto Europeo EGS. Soultz-sous-Forêt. (Francia) I

En 1986, tras años de desarrollo de diferentes experiencias en roca caliente seca, grupos de investigación geotérmica de Francia y Alemania se unieron para el desarrollo de un proyecto conjunto en la fosa del Rin, en la localidad de Soultz-sous-Forêt, que se sitúa en el centro de una importante anomalía de flujo de calor.

La localización del proyecto era señalada, a priori, como ámbito de una importante concentración de recursos geotérmicos. Los 100-120 °C se alcanzaban a 2.000 m, lo que revelaba gradientes cercanos a 50 °C/km. Los primeros sondeos fueron a 2.000-2.500 m y temperaturas de 140 °C, hasta llegar entre 2002 y 2005 a disponer de varios sondeos de 5.000 m, llevando a cabo su estimulación posteriormente.

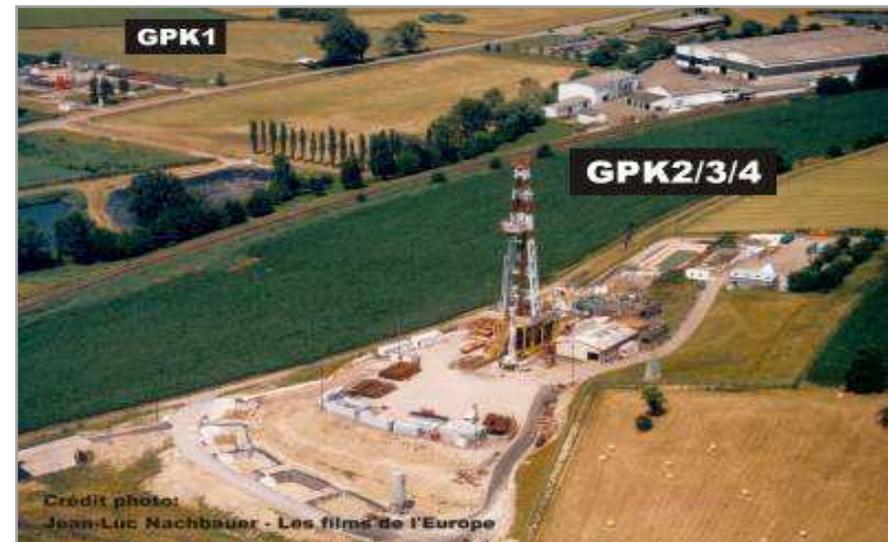


Esquema general del ensayo prolongado de producción en Soultz

Proyecto Europeo EGS. Soultz-sous-Forêt. (Francia) II

Esta tecnología está aún en fase de ensayo, aunque es probable que a corto plazo se desarrolle un proyecto a escala industrial, impulsado por los últimos resultados alcanzados en Soultz-sous-Forêt y porque la tecnología necesaria ya está disponible.

Por esto se prevé la búsqueda de esquemas geológicos similares al que se encontraba en Soultz. Es decir, áreas de roca dura o basamento cristalino, con fracturación distensiva, y cierto grado de permeabilidad y enclavadas en regiones con cierto grado de anomalía de flujo de calor.



Localización del emplazamiento de Soultz

Conclusiones

1. Andalucía cuenta con un gran potencial geotérmico; principalmente, en recursos de muy baja y baja temperatura, aplicables a la climatización de edificios mediante el uso de bomba de calor.
2. Existe un escasa implantación de la geotermia, a pesar de la existencia de recursos, debido principalmente a: los costes de instalación (algo elevados aún), la financiación y el desconocimiento de la tecnología, el cauce administrativo y el recurso y el potencial local.
3. El desarrollo de esta tecnología depende de: desarrollar la normativa, profundizar en los conocimientos (caracterizar terrenos y acuíferos, investigar, ...), difundir esta información y la referente a incentivos y contar con instaladores autorizados técnicamente solventes.
4. Las experiencias internacionales demuestran que ya existen tecnologías maduras de aprovechamiento de la energía geotérmica en que las que debe basarse el desarrollo de la geotérmica en Andalucía.





Bibliografía Relevante

- Geothermal Energy Association (GEA). A guide to geothermal energy and the environment. EE.UU. Abril 2007.
- Geothermal Energy Association (GEA). A handbook on the externalities, employment and economics of geothermal energy. EE.UU. Octubre 2006.
- Geothermal Energy Association (GEA). Factors affecting costs of geothermal power development. EE.UU. Agosto 2005.
- Geothermal Energy Association (GEA). Part I: Subsurface technology (noviembre 2007). Part II: Surface technology (enero 2008). The state of geothermal technology. EE.UU.
- Euroserv´Er 07. Geothermal Energy Barometer.
- International Energy Agency Implementing Agreement for Cooperation in Geothermal Reserch & Technology. Geothermal Energy Annual Repot 2006.
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid/Comunidad de Madrid. Colección: Energías renovables para todos – Energías Renovables. Energía geotérmica y del mar.
- Instituti di Geoscienze e Georisorse. H. Dickson, Mary y Fanelli, Mario. Qué es la energía geotérmica. CNR, Pisa, Italia.
- Energías alternativas y Medio Ambiente. Pous, Jaume / Jutglar, Lluís. Energía geotérmica. CEAC, 2004.
- Instituto Geológico y Minero de España. La energía geotérmica. IGME, 1985.
- Instituto de la Ingeniería de España (Comité de Energía). Energía Geotérmica. IGME, 1984.
- Instituto de la Ingeniería de España. Nuevas energías y tecnologías para la generación de electricidad. Comité de Energía, 1984.
- Abad Fernández, Jerónimo. La energía geotérmica. Su investigación y utilización. IGME, 1983.



www.agenciaandaluzadelaenergia.es



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA