



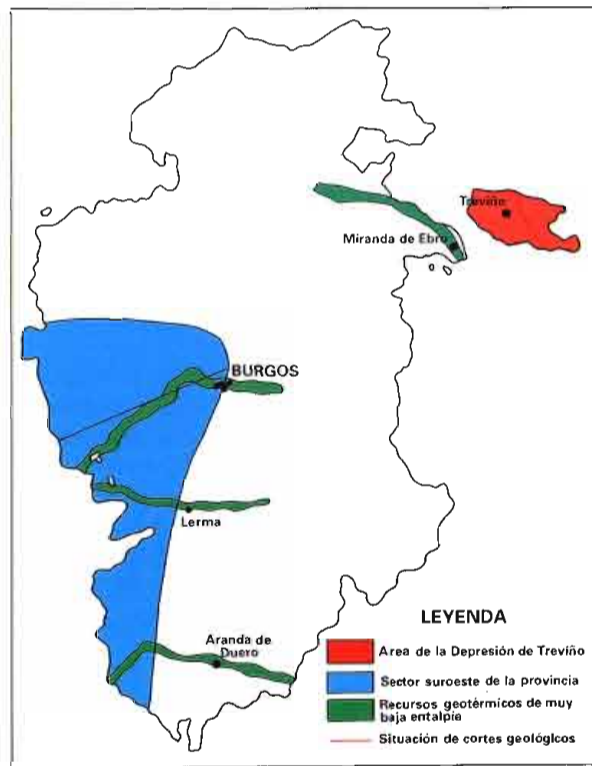
# 11. ENERGÍA GEOTÉRMICA

Desde hace más de dos décadas, la información aportada por las diferentes campañas de exploración de hidrocarburos y aguas subterráneas ha permitido conocer el elevado potencial geotérmico existente en el subsuelo de amplias zonas de la provincia de Burgos.

Los sondeos profundos de investigación, perforados con el objetivo de localizar yacimientos petrolíferos o para el reconocimiento de estructuras subterráneas capaces de almacenar gas natural, han permitido localizar almacenes geotérmicos de baja entalpía, que han sido objeto de perforaciones geotérmicas y validar las hipótesis planteadas con anterioridad.

La existencia de estos acuíferos profundos con agua a elevada temperatura ha sido puesta de manifiesto, tanto en la depresión de Treviño como en una amplia zona situada en el sector suroccidental de la provincia, localizada aproximadamente al oeste de una línea imaginaria entre las poblaciones de Burgos y Lerma. En ambas zonas, la explotación de este recurso permitiría aportar energía en forma de calor a temperaturas que en general superarían los 40 °C y que puede ser empleada para: la calefacción de viviendas o locales; el calentamiento de agua caliente sanitaria (a.c.s.), utilizada en viviendas, hospitales, etc.; para usos agrícolas (calefacción de invernaderos o procesos de la industria agrícola); y, en general, para cualquier proceso que pueda utilizar agua caliente a temperaturas comprendidas entre 40 y 80 °C.

## PRESENCIA DE RECURSOS GEOTÉRMICOS EN LA PROVINCIA DE BURGOS



La forma de aprovechamiento de dichos recursos geotérmicos de baja entalpía sería mediante sondeos profundos que permitan extraer el agua caliente, generalmente con elevada salinidad y que pueda ser dirigida a una estación de intercambiadores en la que se extraería el calor preciso, siendo su rechazo nuevamente inyectado en el propio acuífero a través de sondeos de reinyección, con lo que se conseguiría mantener la presión en el yacimiento y evitar vertidos de aguas muy salinas (salmueras) a zonas inadecuadas.

Por otra parte, la investigación hidrogeológica realizada en la provincia ha permitido delimitar las áreas donde existen acuíferos superficiales que puedan ser aprovechados con fines

energéticos, para la calefacción y a.c.s., con agua a temperatura del orden de los 10-15 °C, mediante la utilización de bomba de calor.

## 11.1 RECURSOS GEOTÉRMICOS DE BAJA ENTALPÍA

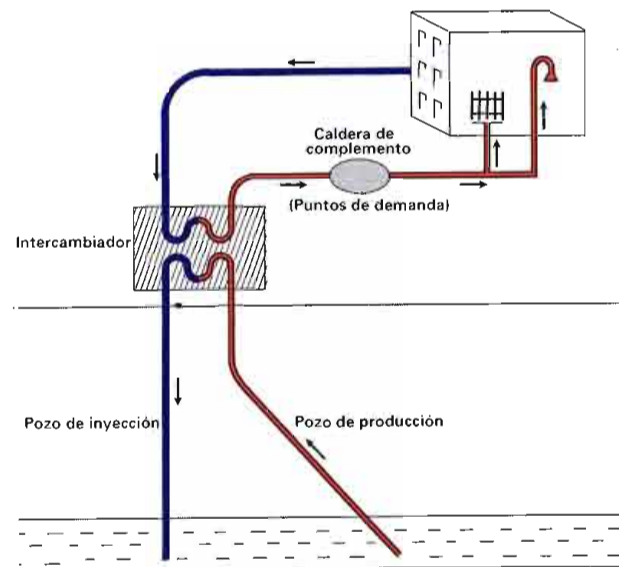
Como se ha señalado con anterioridad, el aprovechamiento de estos recursos geotérmicos profundos se realiza generalmente mediante un sondeo de explotación, a través del cual se extrae el agua caliente que se pasa a un intercambiador y que posteriormente es reinyectada al acuífero geotérmico mediante un sondeo de inyección. Dos son las áreas de la provincia en las que se conoce la existencia de recursos geotérmicos con agua a temperaturas superior a los 40 °C.:

### 1.ª Depresión de Treviño

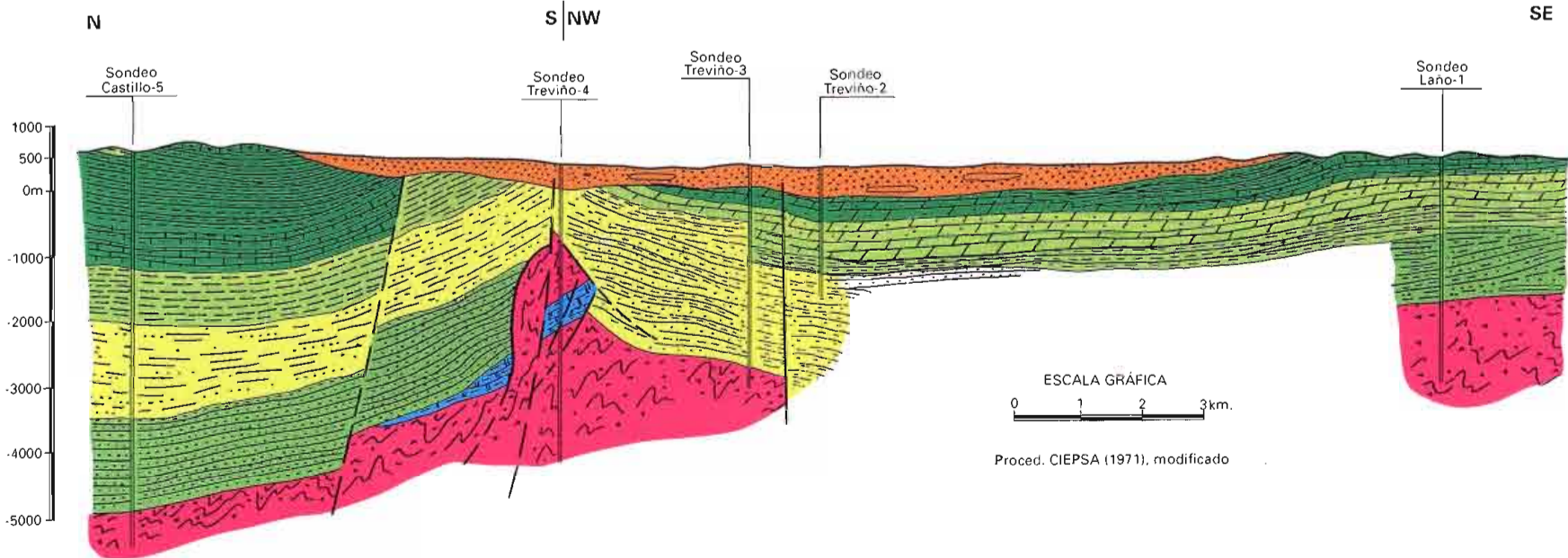
En ella, el almacén geotérmico está constituido por un acuífero calcáreo del Coniaciense-Santonense (Senoniense, Cretácico superior), que se conoce como "Calizas de Subijana". Se trata de un potente paquete de calizas y dolomías masivas, muy compactas y de fractura oscura. En la zona meridional de la depresión, y debido a un cambio de facies, el paquete de calizas y dolomías se hace más potente, englobando niveles superiores y formando las "Calizas de la Sierra de Cantabria", estando constituido el mismo por calizas y dolomías compactas y vacuolares, y calcarenitas bien estratificadas de colores amarillentos a rojizos.

El acuífero geotérmico se sitúa estructuralmente bajo el relleno terciario de la depresión, inmediatamente por debajo de las margas, areniscas y calcarenitas del Maestrichtiense y Santoniense. La profundidad a la que se localiza el acuífero es del orden de 500-1500 m, dependiendo de la zona. En el sector central de la depresión, la presencia del diapiro de Treviño condiciona la desaparición del almacén geotérmico.

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE CALEFACCIÓN URBANA Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON RECURSOS GEOTÉRMICOS DE BAJA ENTALPÍA



## PERFIL GEOLÓGICO DE LA DEPRESIÓN DE TREVIÑO



- |   |   |  |
|---|---|--|
| <b>TERCIARIO</b>  | Arcillas plásticas y areniscas (ALBIEN-CENOM.)            | Calcarenitas, areniscas y arcillas (APTIENSE-CENOM.)           |
| Calizas, dolomías, margas, arcillas, areniscas y conglomerados (SECTOR NORTE DEL DOMO DE TREVIÑO) | Arcillas, arenas, areniscas y calizas (ALBIENSE)          | Areniscas y arcillas con intercalaciones dolom. (FACIES WEALD) |
| Margas, areniscas y calcarenitas (SANT.-MAEST.)   | Arenas, arcillas, areniscas y calcarenitas (SANT.-MAEST.) | <b>JURÁSICO</b>  |
| Calizas arcillosas y margas (CONIAC-SANT.)  | Calizas, dolomías y calcarenitas (CONIAC-SANT.)           | Calizas y margas   |
| Calizas de Subijana (CONIAC)  | Calizas margosas y margas (TURON)                         | <b>TRIÁSICO</b>  |
| Calizas arcillosas y margas (TURON)   |   | Facies Keuper  |

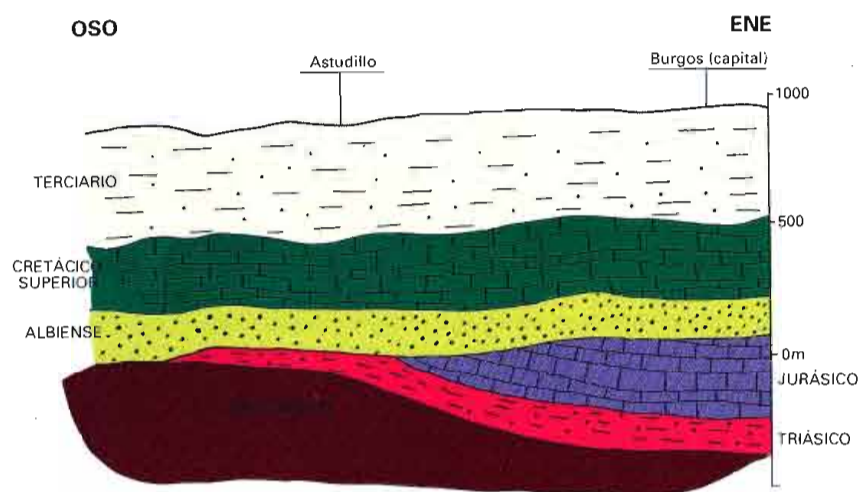


El espesor de estas calizas, en los sondeos profundos que las atraviesan, es del orden de 400-500 m, y la permeabilidad de las mismas depende básicamente de la fracturación. Las características químicas del agua geotérmica permiten calificarla como "agua dulce" o agua de salinidad media-baja (1 000-1 500 ppm) y su temperatura, que depende lógicamente de la profundidad a la que se alcanza el almacén, se puede considerar que está comprendida entre los 30 y los 50 °C.

## 2.ª Sector suroeste de la provincia

En esta zona se localizan tres almacenes geotérmicos superpuestos que están albergados en: las calizas y dolomías del Senoniense-Turonense (Cretácico superior); en los materiales detríticos (arenas, areniscas, arcillas,...) del Albiense, facies Utrillas (Cretácico inferior); y en las dolomías del Rético (Jurásico inferior-Triásico superior), tan sólo presentes estas últimas al Este del meridiano de Iglesias.

### PERFIL GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO DEL SECTOR CENTRO-OCCIDENTAL DE LA PROVINCIA



Bajo el relleno terciario se sitúa el Cretácico superior a una profundidad de 1 500-2 000 m. La potencia del Cretácico superior varía entre los 400 y 1 000 m, si bien la zona más permeable no suele superar los 100-150 m. El almacén mejor conocido es el albergado en los niveles detríticos del Cretácico inferior. En el tramo superior de este acuífero se han llegado a medir permeabilidades mayores de 300 miliDarcy. El espesor del Cretácico inferior es muy variable, entre unos pocos metros y más de 300, e igualmente variable su composición litológica, llegando a localizarse en algunas zonas dos acuíferos en las arenas con características diferentes, separados por niveles arcillosos de espesor notable. El acuífero albergado en las dolomías del Rético se sitúa inmediatamente debajo del Cretácico inferior que, a partir del meridiano de Iglesias, presenta una potencia creciente hacia el Este, alcanzando un espesor de 50 a 100 m de dolomías oquerosas (carniolas) de gran porosidad.

La permeabilidad de los almacenes calcáreos y/o dolomíticos depende fundamentalmente de su grado de fracturación y de la mayor o menor presencia de relleno (cristalizaciones, etc.) en sus huecos. La permeabilidad del almacén detrítico depende del grado de arcillosidad; en todo caso, el primer paquete de arenas limpias que atraviesan los sondeos corresponde al tramo que ofrece más altas permeabilidades. La porosidad de los tramos más favorables es del orden del 20-25% y los valores medios de un 15%.

La temperatura del agua en los diferentes almacenes depende de la profundidad a la que se localizan: en el caso del acuífero más superior es de 50-60 °C y en las proximidades de Burgos capital de 70-80 °C, en los niveles del Cretácico. La salinidad del agua termal es variable: así, en ciertas áreas se pueden captar aguas a casi 60 °C y salinidades de tan solo 3 000 ppm, y en otras zonas, con el acuífero más profundo, las mismas pueden alcanzar los 80 °C y 25 000 ppm de salinidad.

## 11.2 RECURSOS GEOTÉRMICOS DE MUY BAJA ENTALPÍA

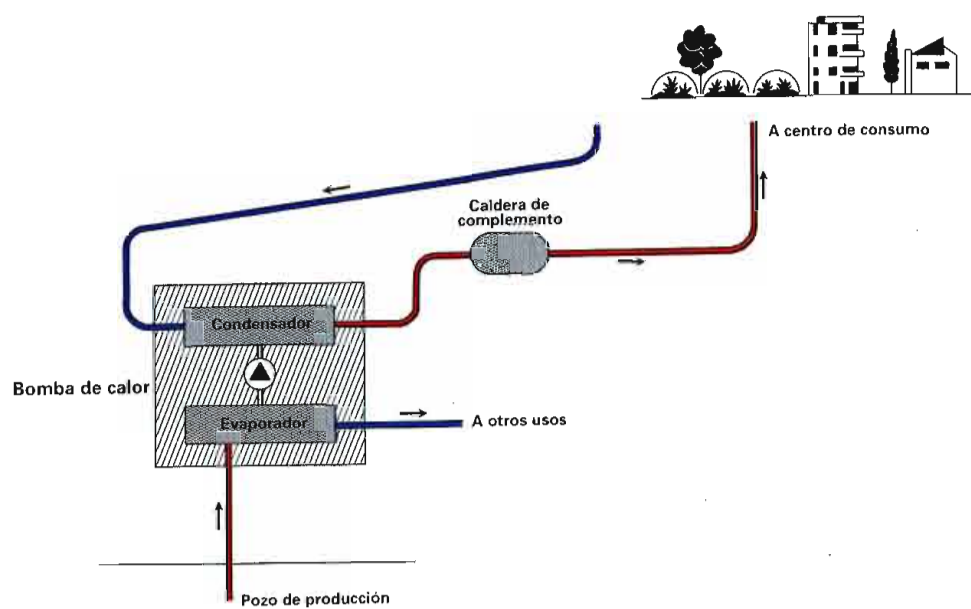
El agua subterránea de acuíferos no profundos constituye también una fuente energética, ya que, aunque su temperatura sea escasa, puede ser extraído parte de su calor mediante la denominada "bomba de calor".

Mediante este sistema, el agua subterránea extraída a través de un sondeo transfiere su calor a un fluido de bajo punto de ebullición, el cual lo cede posteriormente al fluido del circuito de calefacción normal. Con este sistema se consigue traer calor de cuerpos o fluidos a baja temperatura.

Aunque técnicamente se podría aplicar a cualquier acuífero, los costes de este tipo de instalación limitan en principio su aplicación a los acuíferos poco profundos en los que los costes de perforación y de elevación del agua no son elevados, si bien los sondeos utilizados para otros fines, regadío, abastecimiento, ..., pueden ser aprovechados desde este aspecto energético.

Los acuíferos de mayor potencial, desde el punto de vista energético, teniendo en cuenta las características anteriormente señaladas, son los aluviales de los ríos de permeabilidad favorable y en general próximos a los núcleos de población (centros de demanda), y con características químicas y térmicas adecuadas para los fines previstos.

### APROVECHAMIENTO DE RECURSOS DE MUY BAJA TEMPERATURA



## 11.3 ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

Uno de los principales aspectos relacionados con la energía geotérmica es que la demanda energética ha de estar situada a escasa distancia del punto de extracción, a la vista de sus costes de transporte y de las pérdidas de calor, que haría económicamente inviable cualquier proyecto en el que existiera un largo recorrido entre el centro de producción y el de consumo.

Por otra parte, para rentabilizar las inversiones de este tipo de instalaciones se precisa de una demanda de energía adecuada en cantidad y tiempo, mejorando notablemente la economía del proyecto cuanto mayor sea el número de horas al año que se utilice la instalación. A su vez, ha de tenerse en cuenta que se trata de un recurso energético cuyo coste proviene fundamentalmente de las inversiones iniciales (con gran influencia del coste de los sondeos) que, sin embargo, está poco afectado por la inflación y las fluctuaciones de los precios de productos energéticos convencionales. Finalmente ha de valorarse que se trata de una energía autóctona, ligada al subsuelo.

Un "proyecto tipo" de aprovechamiento en el área suroeste de la provincia, cerca de Burgos capital, podría establecerse mediante un "doblete" geotérmico: un sondeo de producción y otro de inyección de unos 2 700 m de profundidad; una temperatura de 70-75 °C; caudales disponibles de 175 m<sup>3</sup>/h y una salinidad del orden 30 000 ppm. La potencia térmica disponible sería de 7 000 termias/hora y las inversiones necesarias, aproximadamente, de 1 000 millones de pesetas, con un tiempo de reembolso de la inversión de 15 años para una demanda de calefacción y suministro de a.c.s. de un conjunto de unas 2 500 viviendas, situadas en las proximidades de la instalación geotérmica.



Prueba de producción en el sondeo geotérmico Villalonquejar.

En el caso de la depresión de Treviño se plantea únicamente, dada la profundidad del almacén geotérmico y la escasa demanda en superficie, la utilización de los sondeos profundos de carácter surgente, ya realizados, para la calefacción de invernaderos u otros usos agrícolas. El mismo esquema de aprovechamiento puede ser viable para los sondeos surgentes existentes al oeste de la capital de la provincia.

Por último, la utilización de los recursos de muy baja temperatura se puede plantear preferentemente para la calefacción de viviendas unifamiliares o grupos pequeños de viviendas, usos agrícolas, etc., al tratarse de sondeos poco profundos, de 5-10 l/s de caudal, que son suficientes para los fines propuestos y que permite obtener tiempos de reembolso de la inversión inferiores a los 5 años.