

# Relación entre la macroestructura del sector oriental de la Cuenca de Almazán y la ubicación de los manantiales termales de Deza, Embid, San Roquillo, Alhama y Jaraba (provincias de Soria y Zaragoza)

Relationship between Almazán Basin macro-structure and location of Deza, Embid, San - Roquillo, Alhama and Jaraba thermal springs (Zaragoza and Soria provinces)

Coloma, P. (\*), Sánchez Navarro, J. A. (\*) y Baquer, E. (\*)

(\*) Area de Geodinámica. Departamento de Ciencias de La Tierra. Universidad de Zaragoza. 50009 ZARAGOZA.

## Abstract

The Deza, Embid, San Roquillo, Alhama and Jaraba thermal springs are located in the contact between the Almazán Basin and the Iberian Chain (Aragonesa Branch). The study of deep-geophysics, surface geology and groundwater weels has permitted to interpret the macro-structure and to explain the groundwater-flow, hydrogeochemistry and location of the thermal springs.

**key words:** thermal springs, macro-structure, groundwater-flow, hydrogeochemistry

Geogaceta, 25 (1999), 71-74  
ISSN: 0213683X

## Introducción

Los manantiales de Deza, Embid, San Roquillo, Alhama y Jaraba, presentan temperaturas de surgencia comprendidas entre 18 y 35 °C, sumando un caudal del orden de 1 m<sup>3</sup>/s, excepcionalmente elevado para tratarse de surgencias de alta temperatura. Corresponden a los puntos de descarga principales de un sistema hidrogeológico ubicado en la parte oriental de la Cuenca de Almazán y en el sector septentrional de la Rama Aragonesa de la Cordillera ibérica (Fig. 1) y que se desarrolla en una potente serie carbonatada del Cretácico superior.

En este sector, la serie aflorante comprende materiales desde el paleozoico hasta el cuaternario. Por encima del zócalo paleozoico se dispone la serie triásica en facies germánicas; el Jurásico comprende la mayoría de las unidades litoestratigráficas definidas por Goy, *et al.* (1976); el Cretácico incluye la Fm. Arenas de Utrillas en la base y una potente serie fundamentalmente calcárea de casi 200 m de potencia que incluye siete formaciones: Fm. Arenas, arcillas y calizas de Santa María de Las Hoyas, Fm. Calizas dolomíticas de Nuévalos, Fm. Calizas nodulosas de Monterde, Fm. Calizas bioclásticas de Jaraba, Fm. Calizas bioclásticas

cas del Pantano de La Tranquera, Fm. Calizas de Hontoria del Pinar y Fm. Calizas de Burgo de Osma.

## Estructura del sector oriental de la cuenca de Almazán y su contacto con la Cordillera Ibérica

La cuenca de Almazán es, a grandes rasgos, una depresión sinclinal generada en régimen compresivo que ocupa una extensión de algo más de 4000 km<sup>2</sup>; está rellena por materiales de edad paleógena y neógena, de litología variada: conglomerados, areniscas, lutitas y calizas, depositados en un ambiente de abanicos aluviales, cuyo relleno sedimentario ha sido dividido en nueve unidades tectosedimentarias (Carballeira y Pol, 1989; Lendínez, 1991; Lendínez y Martín, 1991).

El límite norte de la cuenca viene definido por la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, se trata de una anticlinorio de núcleo paleozoico, dirección NW-SE y doble vergencia. Según Maestro y Casas (1995) la ausencia de niveles de despegue permite interpretar reconstruir los pliegues alpinos como anticlinales que afectan al zócalo y a la cobertera. Existen dos fallas de zócalo de la misma dirección que el resto de estructuras: la falla de Ate-

ca, que presenta buzamientos entre 30° y 60° (Simón, 1989), y la falla de Alhama, que no aflora (su expresión es el anticlinal de Alhama-Deza, que afecta a la cobertera mesozoica), pero ha sido detectada por los perfiles de sismica de reflexión (ITGE, 1990).

El borde meridional del sistema corresponde a la parte septentrional de la Rama Castellana, que presenta una dirección de sus estructuras principales E-W. Los depósitos neógenos subhorizontales fosilizan los pliegues desarrollados en los depósitos paleógenos y en los materiales mesozoicos (Simón, 1989).

Gracias a la interpretación de los perfiles de sismica dereflexión realizados en la zona, los datos aportados por los sondeos de investigación y captación de aguas subterráneas y a la geología de superficie, hemos podido realizar tres cortes geológicos que nos han servido para interpretar el flujo del agua subterránea en el acuífero cretácico, y que se presentan de manera esquemática en la Fig. 2.

## El acuífero cretácico y las surgencias termales

En el funcionamiento hidrogeológico general de la zona de estudio, los únicos acuíferos relevantes son el jurásico y el

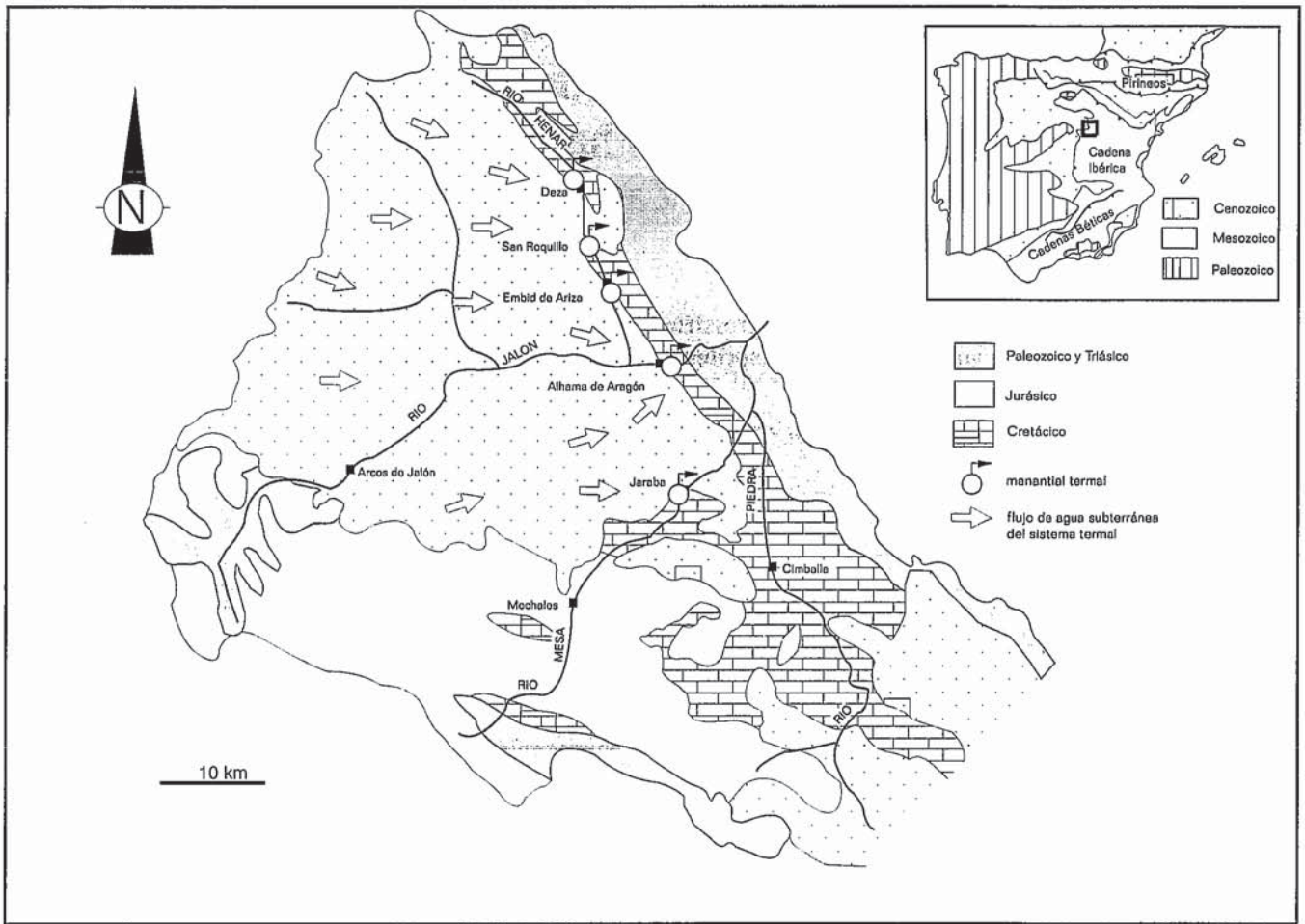


Fig. 1.- Situación geológica y trazado de los cortes geológicos

Fig. 1.- Geological setting and cross-sections location

cretácico en materiales carbonatados. En este trabajo nos centramos en el acuífero cretácico, por ser el que origina las surgencias termales.

Incluye un conjunto de formaciones carbonatadas de edad Cretácico superior con una potencia media de casi 200 m. Estas formaciones se encuentran bajo los materiales terciarios de la cuenca de Almazán, de manera que el techo de las mismas llega a estar a más de 1500 m de profundidad.

Las surgencias más importantes de este acuífero son de carácter termal, se encuentran concentradas en cuatro puntos: Deza, Embid de Ariza, Alhama de Aragón y Jaraba; en estos dos últimos puntos son utilizadas con fines balnearios.

Las surgencias de Deza presentan un caudal del orden de 100 l/s y una temperatura de emergencia de 19 °C; el caudal del manantial de Embid de Ariza es de 20 l/s, su temperatura de surgencia es de 27,5 °C. Las surgencias de San Roquillo presentan un caudal de 20 l/s y una temperatura de surgencia de 19 °C.

En Alhama de Aragón se ubican varios manantiales termales cuyo caudal

oscila entre 0,2 y 280 l/s, presentando una temperatura variable de una surgencia a otra, aunque muy constante en cada manantial, comprendida entre 23,1 y 34,0 °C.

En Jaraba existen cuatro manantiales termales cuyo caudal oscila entre 1 y 100 l/s, presentando una temperatura variable de una surgencia a otra, aunque, como en el caso anterior, muy constante en cada manantial, comprendida entre 21,0 y 34,0 °C.

Estas surgencias termales se ubican en el contacto entre los materiales cretácicos acuíferos y los terciarios de la cuenca de Almazán, cercanos a los puntos en que es cortado por los cauces principales, así los manantiales de Deza, Embid de Ariza y San Roquillo se asocian al cauce del río Henar, los de Alhama de Aragón al cauce del río Jalón y los de Jaraba al cauce del río Mesa.

La recarga de este acuífero tiene lugar fundamentalmente en la cabecera del río Jalón, en el entorno de la divisoria entre las cuencas del Ebro y Duero y en el sector Mochales-Arcos de Jalón, a través

de transferencias subterráneas del terciario. Parecen deducirse dos sistemas de flujo. El primero de los sistemas daría lugar a las surgencias de Deza, Embid de Ariza, San Roquillo y Alhama de Aragón, estas cuatro surgencias parecen encontrarse sobre una misma línea de flujo, de manera que la surgencia de Deza sea la de menor periodo de residencia en el acuífero y la de Alhama de Aragón la de mayor tiempo de residencia, hecho que parece confirmarse al observar las temperaturas de surgencia que resultan ser crecientes en el sentido Deza-Alhama de Aragón, mientras que las cotas de emergencia son decrecientes en el mismo sentido; siendo estas últimas surgencias las de más marcado carácter «regional».

En los cortes hidrogeológicos se puede observar como el flujo a través de los materiales cretácicos (en sentido de izquierda a derecha en la Fig. 2) alcanza una profundidad máxima del orden de los 2500 m, produciéndose un calentamiento durante su circulación y surgiendo en un corto espacio desde esa profundidad, manteniendo el carácter termal.

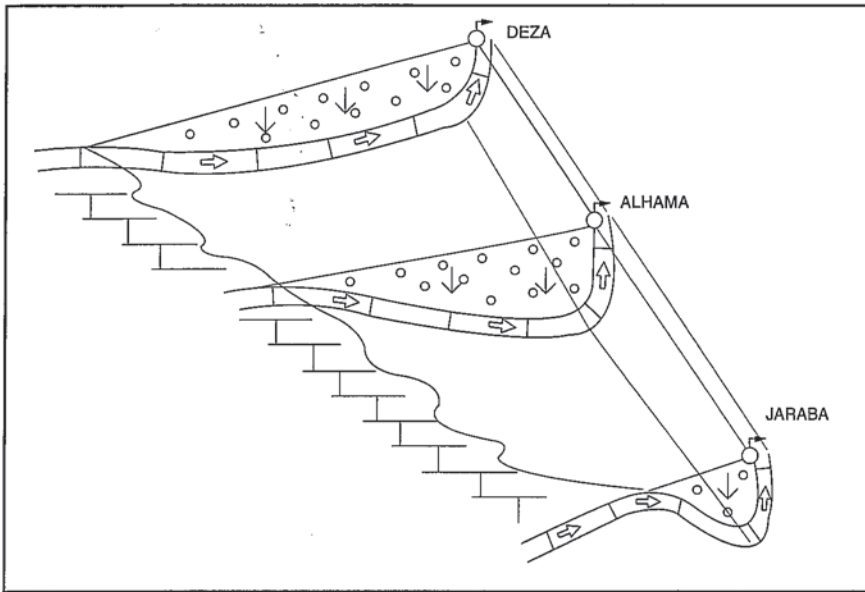


Fig. 2.- Cortes hidrogeológicos del sector oriental de la Cuenca de Almazán

Fig. 2.- Hydrogeological cross-sections of eastern Almazan Basin

**Hidroquímica**

Las surgencias termales de Alhama y Jaraba presentan composiciones cálcicas o cálcico-magnésicas para los cationes y sulfatadas-bicarbonatadas para los aniones, presentando una mayor mineralización que las no termales, con residuos secos que superan los 450 mg/l; si bien el rango de variación de este parámetro es diferente en Jaraba y Alhama; en el primer caso no se superan los 650 mg/l, mientras que en el segundo el rango de variación está comprendido entre 650 y 850 mg/l; además las surgencias de Alhama tienen una composición con mayor tendencia hacia términos clorurados. La relación  $rMg/rCa$  es, a diferencia de las surgencias no termales, muy constante y se halla comprendida entre 0,65 y 0,75. El contenido en sílice está comprendido entre 6 y 15,5 mg/l, correspondiendo los mayores contenidos a las surgencias de Alhama.

Las surgencias termales de Deza, San Roquillo y Embid de Ariza presentan características composicionales intermedias entre el grupo anterior y otras surgencias no termales existentes en el sector estudiado (bicarbonatadas cálcicas de baja mineralización); así presentan una composición catiónica cálcica y aniónica bicarbonatada en el primer caso y sulfatada-bicarbonatada en el segundo. Las relaciones iónicas son similares a las de Alhama y Jaraba. Según se observa en el diagrama de Piper-Hill-Langelier estas surgencias se encuentran situadas en una línea de mezcla, que en este caso representa una línea de evolución geoquímica, entre las aguas bicarbonatadas «frías» y

las termales de Alhama y Jaraba. La surgencia de Deza es la menos diferenciada geoquímicamente de entre las termales, seguida de la de Embid, y finalmente los términos más evolucionados correspon-

den a las surgencias de Jaraba y Alhama.

Esta evolución geoquímica señalada se refleja en las temperaturas de surgencia, en Deza y San Roquillo es de 19,2 °C; en Embid de 27,5 °C; mientras que en Alhama y Jaraba se alcanzan los 32,4 °C; sin embargo mientras que en las de Alhama es siempre superior a los 30 °C, con diferencias menores de 2,5 °C entre los distintos manantiales, en Jaraba la variabilidad de este parámetro alcanza los 11 °C (entre 21 y 32 °C) situándose frecuentemente por debajo de los 30 °C.

**Discusión**

Yélamos y Sanz Pérez (1998) interpretan que el flujo se restringe a la banda de materiales cretácicos asociados a la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, presentando una geometría de «tubo prismático alargado» y una dirección y sentido de flujo NW-SE. Sin embargo esta interpretación no explica las surgencias de Jaraba y su extraordinaria similitud en cuanto a composiciones químicas y temperaturas de surgencia. Además las composiciones químicas esperables según su esquema serían bicarbonatadas cálcicas,

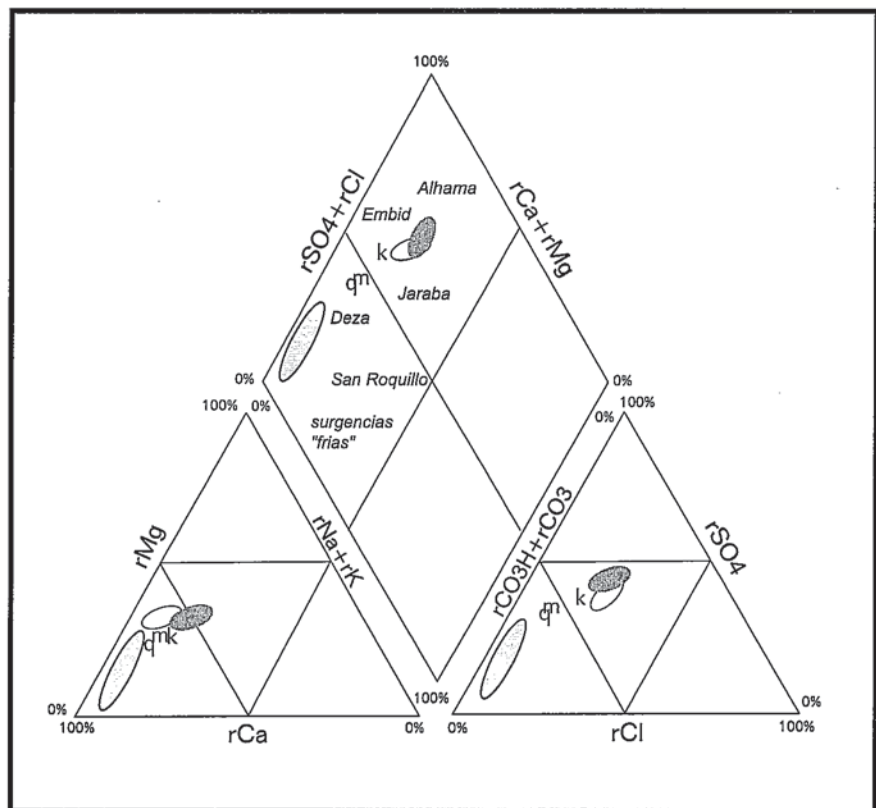


Fig. 3.- Diagrama de Piper-Hill-Langelier de las surgencias termales de Deza, Embid, San Roquillo, Alhama y Jaraba.

Fig. 3.- Piper-Hill-Langelier diagram of Deza, Embid, San Roquillo, Alhama and Jaraba thermal springs

y no como las observadas.

El esquema que en este trabajo se propone es el típico de las cuencas sedimentarias, y que se presenta en otros sectores de la Cordillera Ibérica como en la Cuenca de Cameros y en la zona de contacto entre la Cordillera Ibérica y la Depresión del Ebro (Coloma *et al.*, 1997).

#### Agradecimientos

Este trabajo está incluido en el proyecto PMA0694 del Gobierno de Aragón.

#### Referencias

- Carballeira, J. y Pol, C. (1989): *Mapa Geológico de España y Portugal. Hoja 406 (Almazán)*. IGME.1-49.
- Coloma, P.; Sánchez Navarro, J.A. Y Martínez Gil, F.J. (1997): *Rev. Soc. Geol. España*, 10 (3-4): 205-218.
- Goy, A.; Gómez, J.J. y Yébenes, A. (1976): *Estudios Geol.*, (32): 391-423.
- ITGE (1990): *Documentos sobre la Geología del Subsuelo de España: Duero y Almazán*.
- Lendinez, A. (1991): *Mapa Geológico de España y Portugal. Hoja 435 (Arcos de Jalón)*. ITGE.1-70.
- Lendinez, A. y Martín, D. (1991): *Mapa Geológico de España y Portugal. Hoja 436 (Alhama de Aragón)*. ITGE.1-68.
- Maestro, A. y Casas, A.M. (1995): *Rev. Soc. Geol. España*, 8(3): 193-214
- Simón, J.L. (1989): *Jour. Struct. Geol.*, 11(3):285-294
- Yélamos, J.G. y Sanz Pérez, E. (1998): *Rev. Soc. Geol. España*, 11(1-2): 151-157.