

# El drenaje subterráneo de la cordillera Ibérica en la depresión terciaria del Ebro (sector Riojano)

*The regional groundwater discharge from the Iberian Chain into the Ebro Tertiary basin (La Rioja sector, Spain)*

P. Coloma López, J. A. Sánchez Navarro y F. J. Martínez Gil

Departamento de Ciencias de La Tierra. Universidad de Zaragoza. 50006 Zaragoza

## ABSTRACT

*Along the contact between the Iberian Chain from the Ebro tertiary Basin takes place the regional groundwater flow discharge through the mesozoic carbonate rocks (Jurassic aquifer). In this work, it is shown the hydrogeochemical characteristics and the hydrogeological groundwater flow of the springs situated in the northwestern part of this contact (La Rioja sector, Spain).*

**Key words:** regional groundwater flow, Jurassic aquifer, hydrogeochemical characteristics, La Rioja, Spain.

*Geogaceta, 17 (1995), 68-71  
ISSN:0213683X*

## Introducción

En la zona de contacto entre la Cordillera Ibérica y la Depresión Terciaria del Ebro, Sánchez Navarro *et al.*, (1990) señalan la existencia de una serie de manifestaciones hidrogeológicas que estos autores engloban bajo la denominación de "drenaje subterráneo de la Cordillera Ibérica en la Depresión Terciaria del Ebro".

Estas manifestaciones son básicamente una serie de manantiales de caudal constante y abundante, varios de ellos de más de 500 l/s, temperatura de surgencia anormalmente alta, una composición química predominantemente sulfatada cálcica y un bajo contenido en tritio, características todas ellas que indican su naturaleza de flujo regional en el sentido descrito por Toth (1980).

Sánchez Navarro *et al.*, (1990) presentan una serie de cortes hidrogeológicos transversales a la Cordillera Ibérica que ponen de manifiesto la relación de los manantiales señalados con los materiales carbonatados del Jurásico Inferior (Lías), de manera que se consideran estos materiales (dolomías, brechas y carniolas) como "nivel de drenaje regional de la Cordillera Ibérica". Por la importancia de estos materiales los autores citados han realizado también un plano de isopiezas y direcciones de flujo (Sánchez Navarro *et al.*, 1992, 1994) que pone de manifiesto las zonas de recarga y descarga, así como la importan-

cia de estos materiales en los trasvases subterráneos de agua entre subcuencas del Ebro.

Dentro del estudio del drenaje subterráneo de la Cordillera Ibérica en la Depresión Terciaria del Ebro, la zona de la Rioja era la menos conocida a pesar de existir manantiales de una gran relevancia como los de Baños de Fitero y Arnedillo por los que surge el agua a más de 46°C. Presentamos aquí los primeros resultados del estudio realizado en la parte oriental de La Rioja, concretamente en las subcuencas de los ríos Cidacos y Alhama. Esto ha sido posible por el reciente conocimiento de la geología del subsuelo a partir de datos aportados por la sismica de reflexión principalmente.

## Aspectos geológicos

Los ríos Cidacos y Alhama (afluentes del Ebro por su margen derecha) nacen en las sierras sorianas en el ámbito de la Sierra de Cameros (constituida por materiales continentales del Jurásico superior-Cretácico inferior en facies Purbeck y Weald); en su recorrido atraviesan el frente cabalgante que pone en contacto los materiales mesozoicos de la Sierra de Cameros con el Terciario de la Depresión del Ebro. En la FIG. 1 se muestran cuatro cortes "grosso modo" paralelos a los ríos citados.

La zona de estudio tiene como principales singularidades la elevada poten-

cia de la serie sedimentaria mesozoica (hasta 9000 metros según Mas *et al.*, 1993) y la estructura general de la cuenca en forma de laxo sinclinal que cabalga sobre los depósitos terciarios de la Cuenca del Ebro mediante un frente de 150 Km. de longitud y un desplazamiento hacia el norte de hasta 30 Km. (Guimerà y Alvaro, 1990; Casas Sainz, 1992), tal como puede verse en los cortes de la FIG. 1. El nivel de despegue de la unidad cabalgante lo constituye los materiales triásicos en facies Keuper.

## Hidrogeología

Al igual que en el resto de la Cordillera Ibérica, el nivel preferente de circulación del agua subterránea (nivel de drenaje regional) está constituido por los materiales liásicos (brechas dolomíticas y dolomías oquerosas, habitualmente conocidas como carniolas). El sustrato impermeable lo constituyen los materiales margo-evaporíticos triásicos en facies Keuper.

La recarga del acuífero jurásico se produce directamente en las zonas de afloramiento por infiltración directa del agua de las precipitaciones o a través de los tramos permeables de los cauces de los ríos; pero la recarga más importante se produce, debido a su gran extensión superficial, a través de las formaciones poco permeables (facies Purbeck y Weald)

| NOMBRE         | Nº | COND. | TEMP. | HCO <sub>3</sub> = | SO <sub>4</sub> = | Cl=   | CA <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | Na+   | K+    |
|----------------|----|-------|-------|--------------------|-------------------|-------|------------------|------------------|-------|-------|
|                |    | µs/cm | °C    | meq/l              | meq/l             | meq/l | meq/l            | meq/l            | meq/l | meq/l |
| Abto. Amedillo | 1  | 140   | 12,3  | 1,3                | 0,7               | 0,3   | 1,1              | 0,6              | 0,5   | 0     |
| Baln. Amedillo | 2  | 11040 | 52,5  | 2,9                | 31,4              | 98,5  | 22,5             | 5,8              | 103,5 | 0,7   |
| El Juncal      | 3  | 2170  | 14,3  | 7,1                | 13,9              | 8,9   | 4,7              | 10,5             | 0,1   | 0,1   |
| La Pazana      | 4  | 1700  | 12,7  | 4,8                | 14,4              | 0,8   | 11,8             | 0,4              | 0     | 0     |
| Muro de Aguas  | 5  | 383   | 13,1  | 3,9                | 0,3               | 0,3   | 3,6              | 0,9              | 0,1   | 0     |
| Villarroya     | 6  | 745   | 12,5  | 5,2                | 3,3               | 0,4   | 7,2              | 0,2              | 0,3   | 0     |
| Las Casas      | 7  | 1350  | 11,6  | 4,1                | 10,5              | 1,2   | 12,3             | 4,1              | 0,8   | 0,1   |
| Los Cantares   | 8  | 1942  | 14,7  | 3,1                | 21,8              | 1,2   | 18,5             | 6,2              | 1,3   | 0,1   |
| El Carrizal    | 9  | 2197  | 13,4  | 4,2                | 22,6              | 1,5   | 24               | 2                | 2,1   | 0,1   |
| El Borbollón   | 10 | 2170  | 13,5  | 3,6                | 25,4              | 1,3   | 20,6             | 8,3              | 1,2   | 0,1   |
| La Albolea     | 11 | 1350  | 11,6  | 4,4                | 25                | 0,9   | 25,1             | 5,5              | 0,7   | 0,1   |
| Baln. Fitero   | 12 | 5871  | 48,5  | 3,4                | 28,9              | 44,4  | 24,8             | 7,9              | 43,4  | 0,8   |
| El Soto        | 13 | 2900  | 13,7  | 4,5                | 12,4              | 12,1  | 13               | 8,1              | 7,8   | 0,2   |

Tabla 1.- Principales parámetros fisicoquímicos y de los componentes químicos mayoritarios de los manantiales muestreados.

Table 1.- Main physico-chemical parameters and the major chemical constituents of the sampling springs.

La descarga se produce a través de varias surgencias localizadas tanto en los cauces de los ríos principales como en los barrancos que atraviesan los interfluvios a una cota variada que oscila entre 500 y 700 metros. La principal zona de descarga es el contacto entre la Cordillera Ibérica y la Depresión del Ebro, zona caracterizada por una compleja tectónica, con numerosos fracturas que ha hecho que se denomine "franja tectonizada" (IGME, 1982). La complejidad estructural provoca que los manantiales presenten características de caudal, composición y temperatura muy variadas.

Así, en el cauce del río Alhama la descarga tiene lugar a través de los manantiales termales de Baños de Fitero (nº 12 de la FIG. 1) que totalizan un caudal de 50 l/s, con una temperatura de surgencia de 46,5 y 48,5° C respectivamente, siendo ambos parámetros muy constantes en el tiempo. La descarga regional también se produce a través de los materiales terciarios: manantial del Soto (nº 13) con un caudal de 25 l/s. Existen otros manantiales en barrancos afluentes del río Alhama, como son los de Blancares (10 l/s); Los Cantares (nº 8; 9 l/s); Muro de Aguas (nº 5; 7 l/s); Villarroya (nº 6; 0,1 l/s) y el Carrizal (nº 9; 0,1 l/s).

En el cauce del río Cidacos la descarga se produce a través de los mate-

riales jurásicos por los manantiales termales de Arnedillo (nº 2) de 20 l/s y 52° C de temperatura, y también, a través del manantial de abastecimiento a Arnedillo (nº 2; 5 l/s). A través de los materiales terciarios surgen los manantiales de Herce y el Juncal (nº 3) que totalizan 18 l/s.

En los materiales de las facies Purbeck y Weald, se localizan varios manantiales (nº 4, 7, 10 y 11) de caudal reducido y constante (menos de 1 l/s) presentando como característica un notable olor a sulfhídrico.

#### Hidrogeoquímica

Los análisis químicos de las aguas de los manantiales que aparecen en la FIG. 1 han dado los resultados que se muestran en la tabla I.

Los valores obtenidos y su representación gráfica en los diagramas de Stiff de la FIG. 1 han permitido realizar la siguiente diferenciación hidrogeoquímica de los manantiales.

Manantiales de flujo local (nº 1, 5 y 6): presentan un caudal variable, generalmente inferior a 10 l/s y se caracterizan por su baja mineralización y su composición bicarbonatada cálcica. Son flujos muy relacionados con las precipitaciones y con un reducido tiempo de residencia en el terreno.

Manantiales de flujo regional (todos

los restantes): el drenaje de la Cordillera Ibérica en la Depresión Terciaria del Ebro se caracteriza por la presencia de manantiales de mineralización superior a 1 gr/l y composición sulfatada cálcica (Sánchez J.A. *et al.*, 1990) hecho frecuente en los manantiales estudiados (Fig. 1). Dentro de este grupo se han diferenciado:

Manantiales de flujo regional profundo con ascenso rápido por sellado: Corresponden a los manantiales termales de Fitero (nº 12) y Arnedillo (nº 2), presentan aguas de elevada mineralización y composición clorurada sódica como corresponde a flujos con un prolongado tiempo de residencia en el terreno. El carácter termal se debe a una rápida surgencia desde niveles profundos motivada por condicionantes estructurales. El sellado con materiales de la facies Keuper favorece ese ascenso y evita la mezcla relevante con aguas frías superficiales.

Manantiales de flujo regional con surgencia a través de calizas jurásicas: presentan un caudal relativamente importante (más de 10 l/s) y constante, mineralización generalmente superior a 1 g/l y composición sulfatada-cálcica. Corresponde al manantial nº 8 entre otros, no atravesados en los cortes de la FIG. 1.

Manantiales de flujo regional con surgencia a través del Terciario: corres-

EL DRENAJE SUBTERRANEO DE LA CORDILLERA IBERICA EN LA DEPRESION TERCIARIA DEL EBRO (SECTOR RIOJANO)

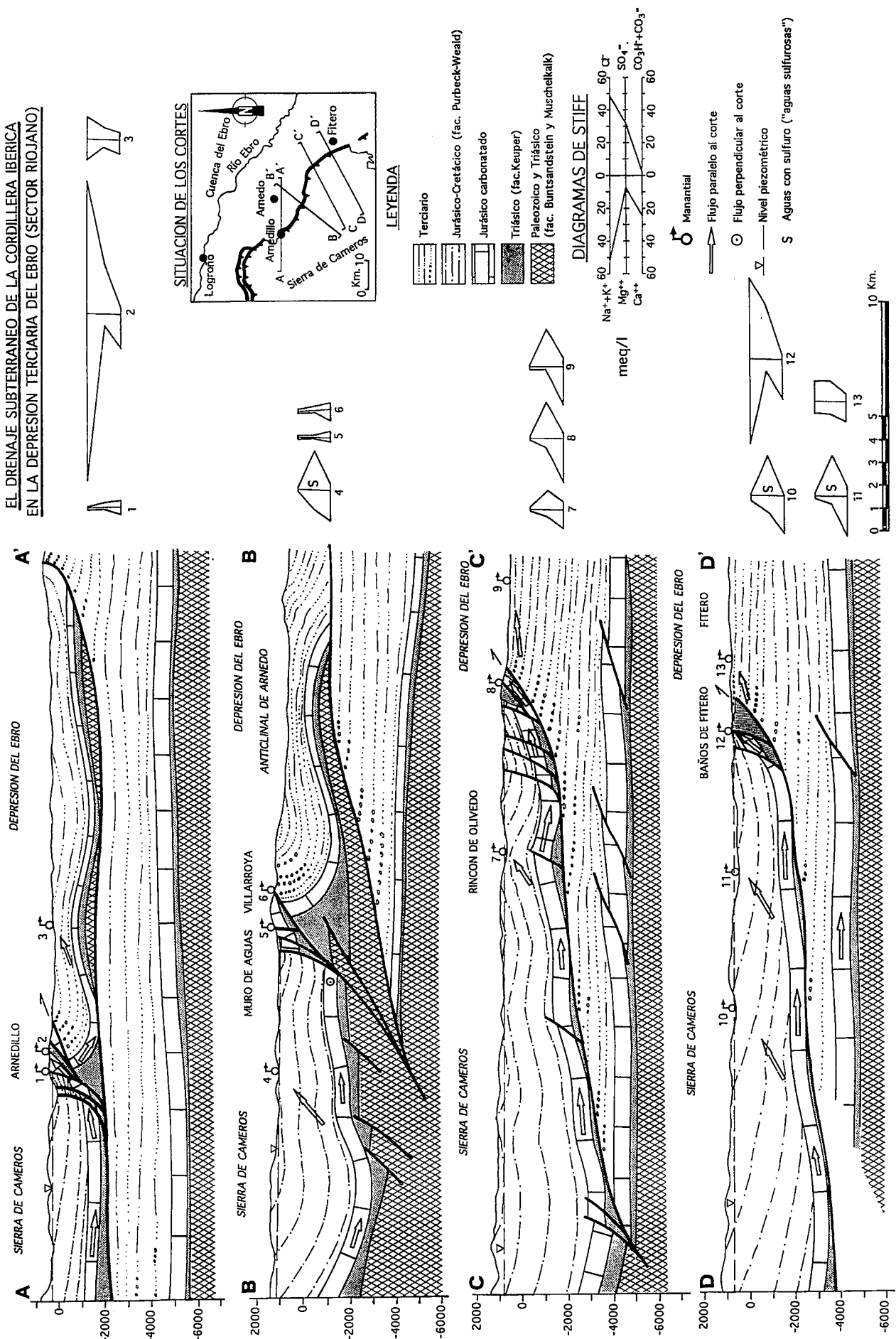


Fig 1.- Cortes hidrogeológicos del contacto Cordillera Ibérica-Depresión Terciaria del Ebro (sector riojano).

Fig 1.- Hydrogeological cross-sections of the contact Iberian Chain-Ebro Tertiary Basin (La Rioja sector).

ponden a manantiales cuyas aguas inicialmente tienen la misma características que las señaladas para el grupo anterior, pero que al atravesar los materiales terciarios se mezclan y modifican cambiando su composición; así la nº 9 apenas queda modificada, mientras que las nº 3 y 13 cambian sustancialmente (posiblemente presenten mezcla con las aguas termales).

Manantiales de flujo regional con surgencia a través de los materiales de la facies Purbeck-Weald (4,7,10 y 11): Son aguas procedentes del drenaje regional, ver similitud con la nº 8, que ascienden a través de los materiales poco permeables de la facies Purbeck-Weald. En su ascenso, una parte del sulfato es reducido dando lugar a sulfuros (medidas in situ dan valores de entre 2 y 10 mg/l de S<sup>2-</sup>).

#### Agradecimientos

A A.M. Casas Sainz (Universidad de Zaragoza) por facilitarnos los perfiles de sismica de reflexión realizados en la zona. A la DGICYT por financiar el Proyecto PB89-0344 dentro del cual se incluye este trabajo. P. Coloma es

becario del Instituto de Estudios Riojanos (IER).

#### Referencias

- Casas Sainz, A.M. (1992): Zubía, monográfico nº 4. *Instituto de Estudios Riojanos* (Logroño), 122 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (1991): Asistencia técnica para el estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro. Zona I. Acuíferos de cabecera (Plan Hidrológico). Unidad Hidrogeológica nº 9-35. Fitero-Arnedillo. XIV (13). 76 pp.
- De Miguel, J. L.; Martínez Gil, F. J.; Sánchez Navarro y San Román (1989): 10th IAS Regional Meeting in Sedimentology, pp. 70-71. Budapest.
- Guimerà, J. y Alvaro, M. (1990): *Bull. Soc. Geol. France* (8). VI(2): 329-340.
- IGME (1982): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. hoja nº 281 (Cervera del Río Alhama).
- IGME (1987): Contribución de la exploración petrolífera al conocimiento de la Geología de España, 465 pp.

Madrid.

- ITGE (1990): Estudio de la franja móvil mesozoica en la subunidad Fitero-Arnedillo y parte de la de Jubera-Anguiano. Memoria y planos. 232 pp., 2 planos.
- Martínez Gil, F. J.; Sánchez Navarro, J.A.; De Miguel, J. L. y San Román (1989): In: *Sistemas lacustres neógenos del margen ibérico de la cuenca del Ebro*. Secret. Public. Univ. de Zaragoza, pp. 57-80.
- Mas, J. R.; Alonso, A. y Guimerà, J. (1993): *Rev. Soc. Geol. España*, 6: 129-144.
- Sánchez Navarro, J. A.; De Miguel, J. L. y Martínez Gil, F. J. (1987): II Congr. Geoq. España, 3-9. Soria.
- Sánchez Navarro, J. A.; San Román, J.; De Miguel, J. L. y Martínez Gil, F. J. (1990): *Geogaceta*, 8, 115-118.
- Sánchez Navarro, J. A.; San Román, J.; De Miguel, J. L.; Pérez, A. y Martínez Gil, F. J. (1992): *Geogaceta*, 11, 122-124.
- Sánchez Navarro, J. A.; Pérez, A. y San Román, J. (1994): II Congr. del Grupo Español del Terciario (in litt.).
- Toth, J. (1980): A.A.P.G. Studies in Geology, 10, 121-167.