

$$Iv = CU[2(CV+AC+CS+CA+RI+P+GA)+1,5(D+IV+MR)+(A+E+ML+MT)+0,5(DV+M+RS+RE)]$$

siendo $CU=1$ en caso favorable o aceptable y $CU=0$ en caso desfavorable.

Con esta expresión, el resultado de Iv en cada zona es 19,5 para la zona A, 0 para la zona B y 36,5 para la zona C.

Por lo tanto, siempre que por decisión del organismo o unidad administrativa promotores del estudio de ubicación se consideren factores de carácter excluyente, proponemos la utilización de una expresión para el índice de viabilidad del tipo de la anterior, en la que los factores excluyentes aparezcan como multiplicandos, con valor 0 ó 1, de manera que en

caso de ser desfavorables Iv sea igual a 0.

Conclusiones

Los estudios de ubicación de vertederos de residuos sólidos urbanos deben enfocarse como estudios de tipo integral, incluyendo todos los parámetros que están relacionados con la actividad considerada, tanto de tipo técnico y constructivo como de tipo ambiental. El objetivo es seleccionar un emplazamiento técnicamente adecuado donde el impacto sobre el medio ambiente sea mínimo.

La selección de un emplazamiento entre varias alternativas debe efectuarse mediante técnicas de evaluación cuantitativa, definiendo factores condicionantes en sus diversos grados y pon-

deraciones. Esta definición de condicionantes jerarquizados debe ser discutida entre el equipo técnico y el organismo promotor del estudio, siendo recomendable la participación de otros organismos o sectores sociales afectados por el proyecto.

Referencias

- ITGE (1989): *Estudio de viabilidad para la implantación del vertedero de Málaga*. 92 p. (Inédito).
 MOPU (1982): *Gestión de residuos sólidos*. 273 p. Madrid.
 Nieto Salvatierra, M. y D. Cocurul i Descarrega (1987): *III Reun. Nac. Geol. Ambient. Ord. Territ.*, 69-84.

Recibido el 1 de febrero de 1990
 Aceptado el 23 de febrero de 1990

El drenaje subterráneo de la Cordillera Ibérica en la depresión del Ebro: aspectos geológicos

J. A. Sánchez Navarro*, J. San Román Saldaña*, J. L. de Miguel Cabeza* y F. J. Martínez Gil*

* Cátedra de Hidrogeología, Dpto. Ciencias de la Tierra, Universidad Zaragoza. Ciudad Universitaria s/n. 5009 Zaragoza.

ABSTRACT

Six hydrogeologic cross-sections, all of them placed along the contact between the Iberian Chain and the Tertiary Ebro Basin, are presented in this work. These cross-sections avoid us to establish a «geometric model» which explains both the specific location of the springs and the regional groundwater flow characteristics of their waters. The previous knowledge of the groundwater discharge points location, together with a lot of well and geophysical data, and the use of an «hydrogeologic logic» have helped us to interpretate the structures.

Key words: *Ebro Tertiary basin, hydrogeology, Iberian chain, regional groundwater flow, Aragón, Spain.*

Geogaceta, 8 (1990), 115-118.

Introducción

El drenaje subterráneo de la Cordillera Ibérica en la Depresión del Ebro constituye un fenómeno hidrogeológico complejo. El conocimiento del mismo tiene implicaciones no solamente prácticas e inmediatas (regulación de recursos subterráneos, ubicación de captaciones para abastecimiento a la población o el regadío, etc.) sino que es la clave de la interpretación de fenómenos geológicos como las anomalías geotérmicas detectadas

en ese contacto o la génesis de los depósitos evaporíticos de la cuenca terciaria del Ebro.

Para poder explicar estos fenómenos es necesario contar con un buen conocimiento de la geometría del medio; la experiencia e información acumulada por la Cátedra de Hidrogeología de la Universidad de Zaragoza con numerosos trabajos parciales en esta zona, permite elaborar unos primeros cortes hidrogeológicos de síntesis seriados.

Manifestaciones hidrogeológicas en la zona del contacto

A lo largo del contacto entre la Cadena Ibérica y la Cuenca Terciaria del Ebro se ubican los principales puntos de descarga de agua subterránea de la cordillera; esta concentración del flujo se debe a la convergencia de los siguientes factores:

- La disposición topográfica: todos los manantiales se sitúan en los valles fluviales más profundos.

- La estratigrafía: las surgencias se asocian con formaciones permeables del Jurásico inferior, hecho que ha llevado a denominarlo «unidad de drenaje regional de la Cadena Ibérica», Martínez *et al.* (1988).
- La estructura: los manantiales se hallan en relación con una geometría favorable resultante de discontinuidades o pliegues.

Los manantiales considerados tienen un conjunto de características hidrogeológicas e hidroquímicas comunes que los identifican como procedentes de descargas de tipo regional (alta salinidad asociada al sulfato cálcico, bajos contenidos en tritio, temperatura de surgencia anormalmente alta, caudal constante...) hecho ya señalado en Sánchez *et al.* (1987), Martínez Gil *et al.* (1988) y De Miguel *et al.* (1989). El modelo de flujo explicativo de estas surgencias es asimilable a los obtenidos por Freeze & Witherspoon (1967) y Garven & Freeze (1984) aplicando modelos matemáticos.

En el mapa de la fig. 1 se han situado los principales manantiales. De E a W destacan: en el cauce del río Guadalupe, Los Fontanales (1), con más de 1.000 l/s de caudal; en el río Martín, los manantiales de Virgen de Arcos (2) y Los Estrechos (3), con un caudal conjunto que supera los 900 l/s, los tres manantiales surgen directamente a través de materiales jurásicos. Atravesando materiales del terciario, surge el manantial de la Virgen de Mediana (4), nacimiento del río Ginel con, aproximadamente, 200 l/s; es ésta la única zona del contacto considerado, en que el acuífero carbonatado mesozoico tiene descargas directas al río Ebro o a su aluvial, hecho probado por la existencia de sondeos surgentes y la detección de manantiales subacuáticos en el cauce del Ebro.

En el cauce del río Huerva se localiza el Manantial de la Virgen de Muel (5) que, con un caudal de unos 100 l/s, es el que presenta un menor carácter regional debido a su elevada cota de surgencia y su relación

directa con materiales carbonatados del Jurásico superior.

En el valle del Jalón se encuentran los manantiales de Ojos de Pontil y de Toroñel (6), que suman un caudal de 500 l/s, a los que habría que añadir aportaciones directas al propio cauce del río. En el interfluvio Jalón-Huecha se localizan los manantiales de Santa Ana y Las Heras (7) con unos 40 l/s de caudal total. En las proximidades de Borja, dentro del valle del Huecha se localizan un conjunto de manantiales: Rivas, Balseta, Vargas y Luchán (8), que suman un caudal superior a los 500 l/s. Por último, en el valle del Queiles se localiza el manantial del Ojo de San Juan (9) con unos 200 l/s de caudal. Todos los manantiales citados en este párrafo surgen a través de materiales del terciario de la cuenca del Ebro. Por último, ya en la Rioja, destacamos el manantial de los Baños de Fitero (10), con unos 40 l/s de caudal, que surge a través de materiales del Jurásico.

Además hay que señalar la existen-

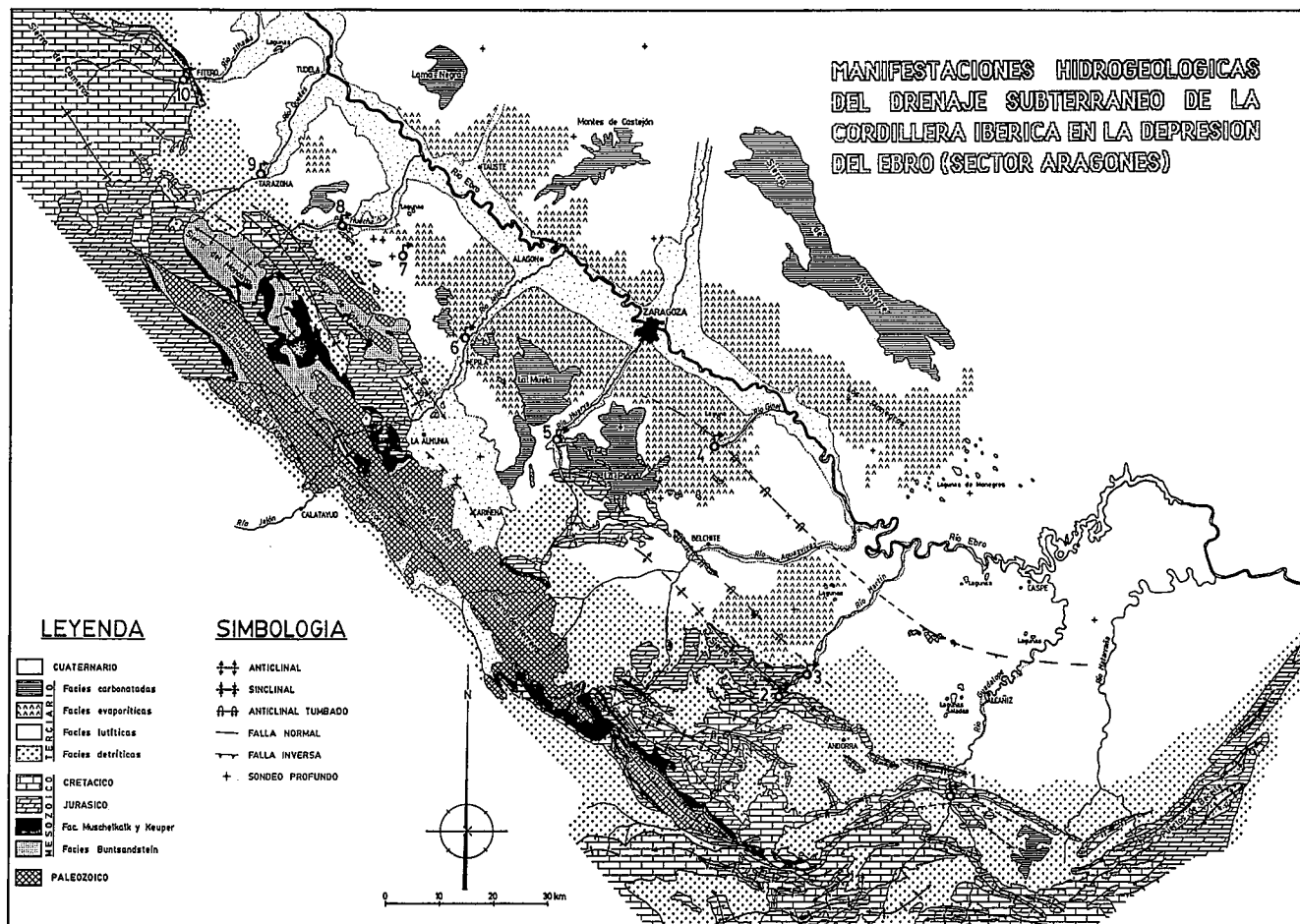


Fig. 1.

cia de lagunas (Alcañiz, Chiprana, Magallón...), saladas, áreas de rezume, etcétera, que pueden considerarse como manifestaciones del drenaje subterráneo de la Cordillera Ibérica, y cuyo volumen de aportación es difícil de estimar.

Aspectos geológicos

Los materiales liásicos, constituidos por brechas dolomíticas y dolomías oquerosas (carniolas), con una elevada porosidad y alta permeabilidad, constituyen el acuífero regional en la Cordillera Ibérica. Estos materiales corresponden a las formaciones «Dolomías tableadas de Imón» y «Carniolas de Cortes de Tajuña» definidas por Goy *et al.* (1976). Castillo, F. (1974) señala la relación geométrica existente entre estos materiales y los anhídrico-dolomíticos reconocidos en todos los sondeos profundos de la cuenca del Ebro (Lopín, La Zaida, Ebro I, Gelsa, Monegrillo, Zaragoza, Tauste, etc.). Según dicho autor, ambas facies se relacionan lateralmente, co-

rrespondiendo los materiales evaporíticos a las áreas de mayor subsidencia de la cuenca triásico-liásica y los carniolares brechoides o los umbrales sedimentarios; en nuestro caso el umbral de Soria-Montalbán.

La zona de tránsito entre unos y otros materiales no es neta. Así, sondeos situados en la Cordillera Ibérica (Puebla de Alborn, Ainzón, Belchite, Aguilón, Ambel, Fuendejalón, etc.) han atravesado materiales anhídricos que rellenan los huecos de las carniolas y, en ocasiones, dan lugar a tramos masivos de más de 300 m. de potencia. En las «zonas de lavado» de las carniolas se generan materiales de elevada porosidad y permeabilidad que constituyen un excelente acuífero cástico «de flujo difuso» (según la terminología de Bayo *et al.*, 1986).

La geometría del medio geológico implicada en el proceso de drenaje considerado ha sido establecida en base a datos de sondeos profundos, procedentes de la investigación petrolífera (I.G.M.E., 1987), exploración de aguas subterráneas (Puebla de

Alborn: 890 m.; Alberite de San Juan: 834 m.; Ambel: más de 800 m.; Alfamén: 703 m.; Plana de María: 600 m., etc.) y a datos de prospección geofísica (sísmica de reflexión, eléctrica, electromagnética); esta geometría ha sido plasmada en 6 cortes hidrogeológicos (fig. 2) representativos de toda la zona de contacto considerada.

En base a los Cortes Hidrogeológicos, el área de contacto puede dividirse en dos zonas diferentes:

— *La Zona Oriental:* se extiende desde el río Huerva hasta el Guadalupe, se caracteriza por un conjunto de anticlinales y cabalgamientos de dirección predominantemente ibérica (Belchite, Sierra de Arcos, Sierra de Moros, Alcaine, Calanda) en los que los manantiales (1, 2 y 3) surgen al aflorar las facies poco permeables del Keuper. En el mapa de isobatas de la base del terciario de la Cuenca del Ebro, Riba, O. (1983) señala la existencia de una alineación que enlaza el afloramiento paleozoico de Puig Moreno con Mediana de Aragón. Esta alineación, en la zona de Alcañiz-Híjar

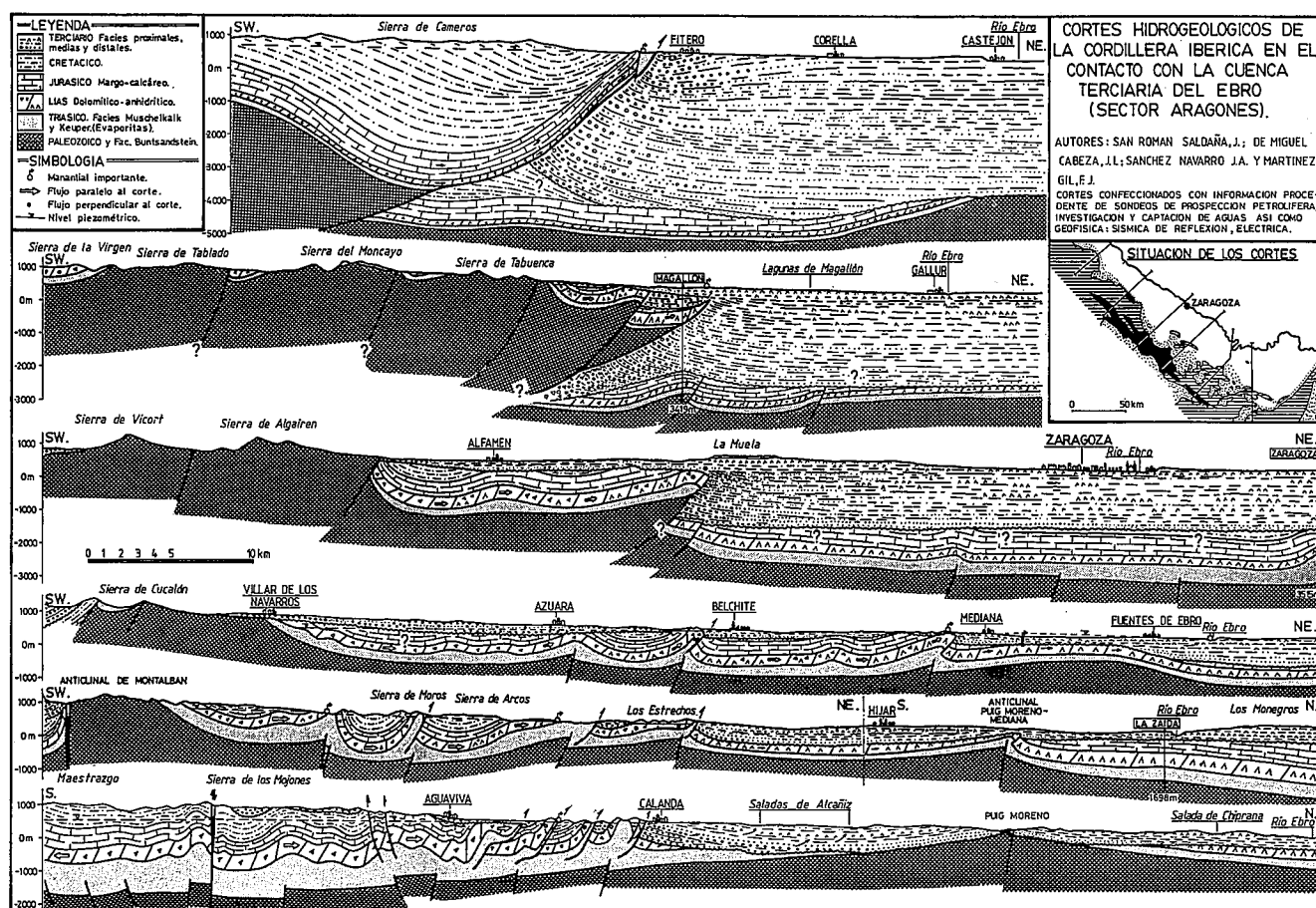


Fig. 2.

interrumpe el flujo subterráneo regional, mientras que en la zona de Mediana este flujo continúa hacia el Ebro.

— *La Zona Occidental*: se extiende entre los ríos Huerva y Alhama. Su principal característica es la existencia de un gran accidente tectónico de naturaleza cabalgante sobre la Cuenca Terciaria del Ebro (I.G.M.E., 1987) y sobre el que se alinean las principales descargas regionales, son los manantiales referenciados con los números del 6 al 10.

Discusión final

La Hidrogeología —en su vertiente más científica— contribuye a la comprensión de fenómenos geológicos controvertidos como, por ejemplo, ha sucedido con la génesis de los depósitos evaporíticos de las cuencas terciarias españolas (Sánchez *et al.*, Martínez *et al.* y De Miguel *et al.*, op. cit.) y también, puede ser un dato más, y en ocasiones de suma importancia a la hora de la interpretación de la geometría del medio geológico.

Las interpretaciones geológicas reflejadas en los cortes hidrogeológicos presentados explican la concreta ubi-

cación de los puntos de descarga regional de agua subterránea de manera que están donde por «lógica hidráulica» deben estar. Los datos de subsuelo aportados por la explotación de las aguas subterráneas facilitan la elaboración objetiva de geometrías de ese subsuelo.

Agradecimientos

Al Servicio Geológico de la Diputación de Zaragoza, I.T.G.E. Zaragoza y REPSOL Exploración, por la aportación de datos de interés.

Referencias

- Bayo, A.; Castiella, J.; Custodio, E.; Niñerola, S. y Virgos, L. (1986): *Jorn. karst. Euskadi*, 86, t. II, 255-340.
- Castillo Herrador, F. (1974): *Bull. Soc. Géol. France*, 7e sér., 16 (6), 666-675.
- De Miguel, J. L. (1985): *Estudio hidroológico comarcal de Aragón: la cuenca del río Martín*. 4 tomos, Univ. Zaragoza (inédito).
- De Miguel, J. L.; Martínez Gil, F. J.; Sánchez Navarro, J. A. y San Román, J. (1989): *10th IAS Regional Meeting in Sedimentology*, pp. 70-71, Budapest.
- Breeze, R. A. y Witherspoon, P. A. (1967): *Water Resour. Res.*, 3, 623-634.

- Garven, G. y Freeze, R. A. (1984): *Am. Jour. of Science*, vol. 284, 1125-1174.
- Goy, A.; Gómez, J. J. y Yébenes, A. (1976): *Estudios Geol.*, 32, 391-423.
- I.G.M.E. (1987): *Contribución de la exploración petrolífera al conocimiento de la Geología en España*. Madrid.
- Martínez Gil, F. J.; Sánchez Navarro, J. A.; De Miguel, J. L. y San Román, J. (1988): In: *Sistemas lacustres neógenos del margen ibérico de la cuenca del Ebro*. Guía de Campo de la III Reunión del Grupo Español de Trabajo. PICG 219 Comparative Lacustrine Sedimentology in Space and Time. Secret. Public. Univ. de Zaragoza.
- Rada, J. R. y Rubio, L. (1989): Actualización hidrogeológica de la cuenca media y baja del río Queiles (Zaragoza). *XXIII Curso Int. Hidrol. Subt.* 50 págs. y anejos. Barcelona (inédito).
- Riba, O.; Reguant, S. y Villena, J. (1983): *Libro jubilar J. M. Ríos. Geol. de España*, t. II, 131-159.
- Sánchez, J. A.; De Miguel, J. L. y Martínez, F. J. (1987): *II Con. Geoq. España*, 3-9, Soria.
- San Román, J. (1988): Actualización hidrogeológica de la cuenca media y alta del río Huecha (Zaragoza). *XXII Curso Int. Hidrol. Subt.*, 49 págs. y anejos. Barcelona (inédito).
- San Román, J.; Sánchez, J. A. y Martínez, F. J. (1989): *Turiaso*, IX, 203-224.

Recibido el 1 de febrero de 1990
Aceptado el 23 de febrero de 1990

Aspectos paleoecológicos de la cuenca de los Santos de Maimona: acritarcos y esporas

J. M. G. Valenzuela*, T. Palacios*, M. J. Palacios-González*

* Dpto. de Biología y Producción Vegetal (Área de Paleontología). Facultad de Ciencias UNEX, 06071 Badajoz.

ABSTRACT

The proposed palaeoecological model of the Santos de Maimona basin, based in the palynomorphs content, modifies precedent interpretations. The presence of acritarchs and other sedimentary aspects in the stratigraphic lower levels with coal, indicate a sedimentation on a continental slope realm.

On the basin context, these information is concordant with a regressive development.

Key words: palaeoecological model; acritarchs; continental slope.

Geogaceta, 8 (1990), 118-121.

Introducción

La Cuenca Carbonífera de los Santos de Maimona, es objeto de controversia en cuanto a su interpretación paleoambiental. Los trabajos más recientes (Odriozola *et al.*, 1983; Queda, 1983; Gabaldón *et al.*, 1985),

coinciden en un modelo de tipo transgresivo, que se iniciaría con depósitos continentales, pasando progresivamente a un medio marino somero. Recientemente, Valenzuela y Palacios (en prensa) adelantan un modelo diferente para los niveles superiores, basado en el contenido en palinomorfos.

Geología

La cuenca de los Santos de Maimona está situada al sur de la provincia de Badajoz (fig. 1). La serie general esquemática y su contenido en palinomorfos se representa gráficamente en la fig. 2.