

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO COSTERO DE CABO ROIG (ALICANTE-ESPAÑA)

Romero Crespo, Paola
Instituto Geológico y Minero de España, email: paolaromero77@hotmail.com

Elorza Tenreiro, F. Javier
Departamento de Matemática Aplicada y Métodos Informáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid, email: jelorza@dmami.upm.es

Murillo Díaz, J. Manuel
Instituto Geológico y Minero de España, email: jm.murillo@igme.es.

Hornero Díaz, J. Enrique
Instituto Geológico y Minero de España, email: j.hornero@igme.es

Rodríguez Hernández, Luís
Diputación Provincial de Alicante

RESUMEN

Se ha realizado una actualización del conocimiento hidrogeológico en el acuífero costero de Cabo Roig para el control y evaluación de la intrusión marina en el mismo, para lo cual se desarrollaron distintos estudios de caracterización: sondeos eléctricos verticales (SEV), correlación de columnas estratigráficas, evolución temporal y espacial de la piezometría, análisis físico-químicos, análisis de cloruros, conductividad eléctrica en pozos y estimación de la recarga natural. El objetivo futuro es simular la intrusión salina en el acuífero costero de Cabo Roig que reproduzca diferentes escenarios de explotación, con la construcción de un modelo matemático de flujo y transporte de densidad variable mediante el código FEFLOW.

Palabras clave: acuífero costero, intrusión marina, hidrogeoquímica, estimación de la recarga.

INTRODUCCIÓN

El acuífero de Cabo Roig se encuentra ubicado al sur de la provincia de Alicante en la Cuenca del Segura y pertenece a la unidad hidrogeológica Campo de Cartagena. Para este estudio, este acuífero se ha dividido en tres zonas: zona norte, zona central y zona sur (ver figura 1).

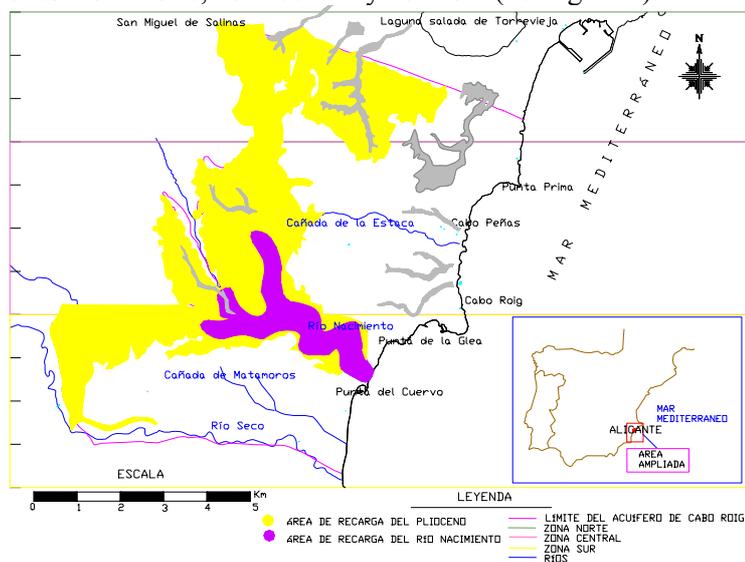


Figura 1.- Mapa de ubicación del área de Cabo Roig, límites del acuífero y zonas de estudio.

El acuífero costero de Cabo Roig tiene actualmente problemas de intrusión salina, debido a la sobreexplotación de agua subterránea en las últimas décadas, principalmente por la agricultura. Hasta 1992 hubo una sobreexplotación de 6 hm³/año, en los años siguientes hubo una sub-explotación debido al abandono de algunos pozos por evidencias de intrusión marina. La reactivación de los bombeos comienza en el 2002 con 3 hm³/año. Finalmente en el año 2003 hubo una explotación intensa de 8,5 hm³/año.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

Los objetivos principales que se han planteado alcanzar en este trabajo son:

Actualización del conocimiento hidrogeológico para la construcción de un modelo conceptual del acuífero de Cabo Roig y estimación de la recarga en el acuífero mediante balance hídrico.

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA

El acuífero de Cabo Roig tiene un área de 61 km². Este acuífero limita al norte con la falla de San Miguel, al sur con un tramo del río Seco, el límite occidental coincide con el contacto impermeable de las margas grises del Andaluciense y al este con la línea de costera. Está conformado por un nivel de areniscas y calcarenitas del Plioceno (potencia promedio 50m), sobre este nivel está la formación de margas blancas de la misma edad y/o algunos depósitos Cuaternarios y Pliocuaternarios, lo que provoca que el estrato de calcarenitas del Plioceno funcione como un acuífero semiconfinado desde el límite norte del acuífero hasta el río Nacimiento y como un acuífero confinado desde el río Nacimiento hasta el río Seco (límite sur del acuífero); mientras se presenta como un acuífero libre en la zona norte y occidental del acuífero. El acuífero tiene como base una formación compuesta por las margas grises del Andaluciense, que se considera impermeable.

EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA.

De la información piezométrica disponible (ver figura 2), se observa que los mayores valores de cota piezométrica del acuífero se encuentran en las zonas norte y occidental, por ser esta un área de recarga importante del acuífero, pues se encuentran aquí afloramientos de calcarenitas del Plioceno (acuífero libre). Además, se presenta en la zona central cerca de la costa, una vaguada de aguas subterráneas debido a núcleos de explotación y a la disposición natural de los estratos. En la zona sur del acuífero se presentan los valores más bajos de cotas piezométricas, encontrándose la capa acuífera a mayor profundidad que en las otras zonas (acuífero confinado).

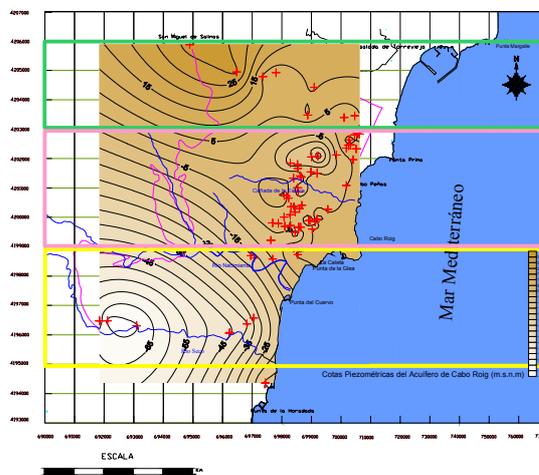


Figura 2. Piezometría del acuífero de Cabo Roig (datos medios anuales del año 2001).

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA

Las muestras de agua en la **zona norte** (ver figura 3) son del tipo clorurada sódica magnésica, clorurada sulfatada sódica-magnésica y clorurada bicarbonatada sódica magnésica. La mayoría de las muestras de agua de la **zona central** son del tipo clorurada sódica magnésica y en menor cantidad se encuentran muestras del tipo clorurada bicarbonatada sódica magnésica. En la **zona sur** se presentan facies clorurada sulfatada sódica magnésica y en menor proporción clorurada bicarbonatada sódica magnésica, clorurada sulfatada sódica cálcica y clorurada sódica magnésica.

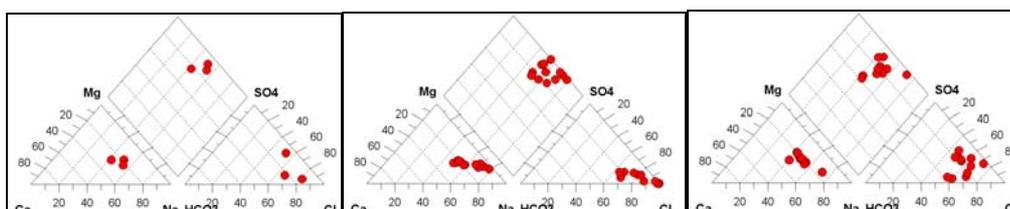


Figura 3. Diagramas de Piper de la zona norte (a), central (b) y sur (c) del acuífero de Cabo Roig.

Por otra parte, en la zona norte y en la zona sur se encuentran los valores más bajos de contenido de nitrato de toda el área de estudio (ver figura 4), los cuales oscilan entre 2 a 60 mg/l, lo cual indica que está por debajo del valor máximo permitido de nitratos en el agua potable, que es de 50 mg/l según la normativa española. En la zona central se encuentran los valores más altos de nitratos, que pueden llegar a 300 mg/l, debido a las actividades agrícolas que se desarrollan en esta zona.

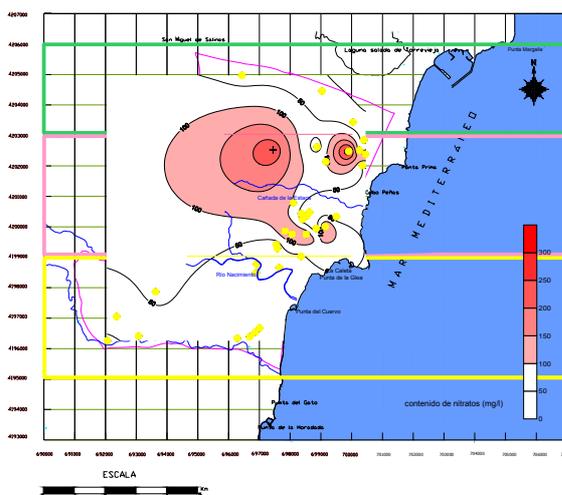


Figura 4. Distribución de nitratos en el acuífero de Cabo Roig (datos medios anuales del año 2002)

ESTADO DE LA INTRUSIÓN MARINA

La zona norte del acuífero presenta los valores más bajos de cloruros en el acuífero, entre 180 a 580 mg/l. Se puede observar la presencia de una lengua salina con una longitud de 3 km, entre Punta Prima y Cabo Roig (ver figura 5), asociada a los núcleos de explotaciones (zona central del acuífero), puede verse que a medida que nos acercamos a la costa la cantidad de cloruros aumenta gradualmente desde 780 a 15000 mg/l y los registros de conductividad en profundidad de 2500 a 24000 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

En cambio, la zona sur del acuífero presenta valores de 780 a 1250 mg/l, exceptuando las muestras ubicadas en la parte sur occidental con valores entre 1250 a 3250 mg/l; la hipótesis que se plantea para explicar estos valores altos en la zona sur, es que estas muestras de agua pueden pertenecer al acuífero más profundo del Andaluciense y no al acuífero de las calcarenitas del Plioceno que aparentemente está desaturado en esta zona.

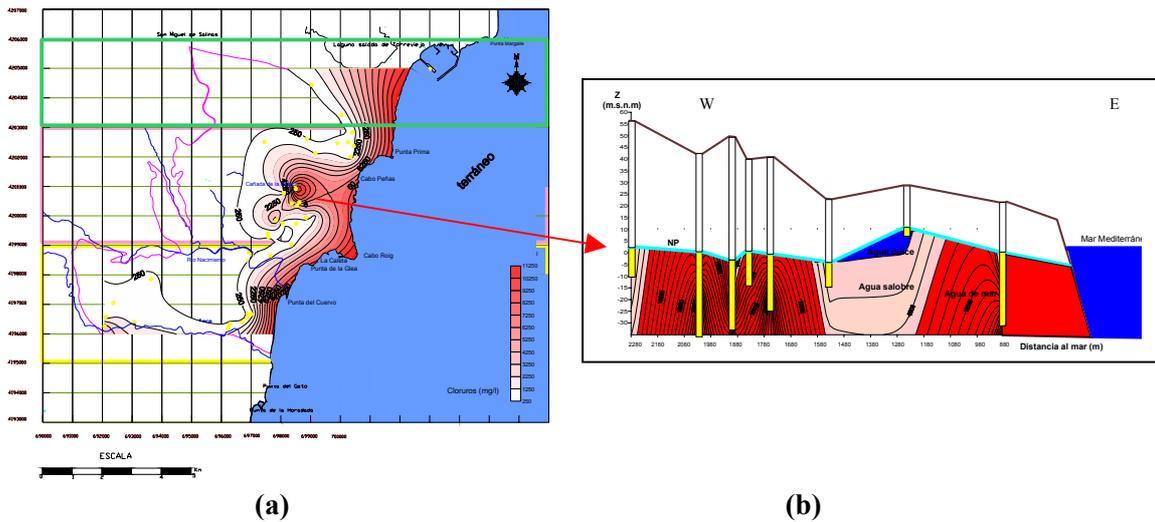


Figura 5.(a) Distribución de cloruros (mg/l), (b) estado de la cuña de intrusión salina en la zona central (valores de conductividad en profundidad).(Datos medios anuales del período 2001-2002).

ESTIMACIÓN DE LA RECARGA NATURAL

En este acuífero, las zonas más importantes de recarga son los afloramientos de las areniscas y calcarenitas del Plioceno, que ocupan un área de 18 km² y las terrazas aluviales del río Nacimiento que está en conexión directa con el acuífero del Plioceno, con un área de 3 km² (ver figura 1).

En la figura 6 se observa la distribución de las entradas de agua al sistema acuífero de Cabo Roig y sus principales componentes.

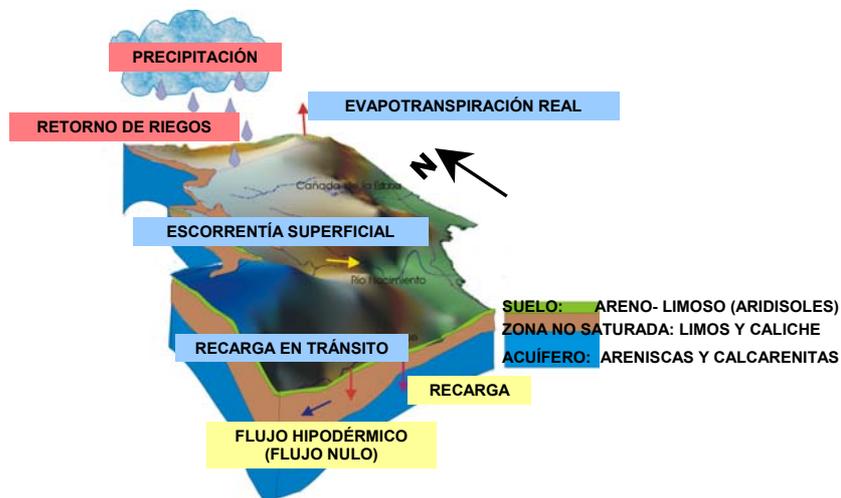


Figura 6. Balance de agua en el suelo, zona no saturada y acuífero en Cabo Roig.

La estimación de la recarga del acuífero se realizó para el periodo hidrológico de 1997-2002; utilizando el programa Visual Balan (Samper et al) consideró como entradas principales de agua al sistema la precipitación media y los retornos de riego, con valores de 279 mm/año y 602 mm/año, respectivamente. En este caso, el valor de la recarga en tránsito en la zona no saturada es igual al valor de la recarga del acuífero, debido a que no existe flujo hipodérmico por las condiciones de la zona.

En la tabla 1 se puede ver que las entradas de agua al sistema se convierte en mayor porcentaje en evapotranspiración real (86.8%) y solo un 11.4% pasa como recarga natural al acuífero. Como resultado de los bajos valores de precipitación y de los elevados índices de evapotranspiración

potencial (1014mm/a), se intensifica el déficit hídrico en toda la zona, lo que provoca una infiltración del agua mínima, característico de un régimen climático árido.

Tabla1. Valores medios anuales y distribución porcentual de los principales componentes del balance hidrológico.

Balance promedio	Escorrentía superficial	Recarga en tránsito	ETR
mm/año	16	95 (1.7 hm ³ /año)	769.6
%	1.8	11.4	86.8

Para el periodo de 1997-2002 se obtiene como valor más fiable de recarga media anual 1.7 hm³/año, de los cuales 1.2 hm³/año correspondería a la recarga por precipitaciones y 0.5 hm³/año a los retornos de riego.

BALANCE HÍDRICO

En la tabla 2, puede observarse el balance hídrico evaluado para los años 2002 y 2003, que indica una clara sobreexplotación de los recursos en el año 2003 (infradotación de -6.8 hm³/año), mientras que en el año 2002 esta infradotación es poco significativa (-0.6 hm³/año)

Tabla 2. Balance hídrico anual del acuífero de Cabo Roig.

Concepto (hm³/año)	2002	2003
Infiltración por precipitación	1.5	1.2
Retornos de riego	0.9	0.5
Salidas por bombeos	3	8.5
Salidas al mar	-	-
Balance	-0.6	-6.8

LÍNEAS FUTURAS

Está prevista la construcción de un modelo matemático de densidad variable para simular los efectos de la intrusión marina en el acuífero ante diversos regímenes de explotación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es resultado de un proyecto conjunto entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), la Diputación de Alicante y la Universidad Politécnica de Madrid. Se ha realizado con la financiación del IGME (proyecto SICOAN 2002032).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA (1999). Plan hidrológico de la cuenca del Segura. Madrid.
- IGME (2000) Cartografía de Cultivos y áreas urbanas correspondientes a los acuíferos del Terciario de Torreveja y Cabo Roig (Alicante) mediante técnicas de teledetección.
- IGME (2002) Informe: Estudio de los recursos subterráneos de agua salobre en los Acuíferos de Torreveja y Cabo Roig, II Fase.
- SAMPER, J., GARCIA VERA, M.A. (1999). Manual del usuario del programa Visual Balan, V.1.0. ENRESA. Madrid.