

Primeros resultados acerca de la interacción entre aguas subterráneas y superficiales en La Charca de Suárez (Granada)

A first overview of the groundwater-surface water interaction in La Charca de Suárez (Granada, Southeast of Spain)

Ángela M. Blanco-Coronas¹, Manuel López-Chicano¹, María Luisa Calvache¹, José Benavente¹ y Carlos Duque²

¹Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Avenida Fuente Nueva s/n. ablanco@ugr.es, mlopezc@ugr.es, calvache@ugr.es, jbenaven@ugr.es

²WATEC. Department of Geoscience. Aarhus University, Høegh-Guldbergs Gade 2. 8000 Aarhus C. Denmark. cduque@geo.au.dk

ABSTRACT

The Charca de Suárez Nature Reserve is a coastal wetland located in the south of Spain. The wetland complex is composed of 8 lakes in a lowland area of the Motril-Salobreña aquifer, where the watertable is near to the surface topography. The hydrodynamic of this system was analyzed in 4 of the 8 lagoons based on water table elevation, seepage meter measurements, surficial flow and climatic conditions. The results showed differences in the interaction with groundwater for each of the lakes conforming the wetland. Also, seasonal and event related changes can be observed, which indicates the necessity of continuous measurements in the wetland.

Key-words: coastal ponds, detrital aquifer, wetland, groundwater exchange.

RESUMEN

La Reserva Natural Concertada de La Charca de Suárez es un humedal costero situado al sur de España. El complejo lagunar comprende 8 lagunas que se encuentran en zonas ligeramente deprimidas del acuífero Motril-Salobreña, donde el nivel freático interseca la topografía. La hidrodinámica del sistema fue analizada en 4 de las 8 lagunas mediante el análisis de datos de elevación de nivel piezométrico, descarga de agua subterránea medida con exfiltrómetros, flujos superficiales y condiciones climáticas. Los resultados muestran diferencias en la interacción con el agua subterránea para cada una de las lagunas. Además, se pueden observar cambios estacionales y eventuales que indican la necesidad de un seguimiento continuo de la red de control en el humedal.

Palabras clave: lagunas costeras, acuífero detrítico, humedal, intercambio de aguas subterráneas.

Geogaceta, 67 (2020), 79-82
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 30/06/2019
Fecha de revisión: 17/10/2019
Fecha de aceptación: 22/11/2019

Introducción

El humedal de La Charca de Suárez (LCS) se caracteriza por ser una de las pocas zonas húmedas de la provincia de Granada y el único con carácter litoral. Debido a su gran valor ecológico han sido reconocidos como Reserva Natural Concertada por la Conserjería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía mediante el Acuerdo de 17 de febrero de 2009 (BOJA nº 49, de 12 de marzo de 2009). La Charca de Suárez constituye un lugar privilegiado para la invernada, nidificación y migración de aves acuáticas, así como para la reproducción de anfibios (Ayuntamiento de Motril, 2011).

En las 14 ha de superficie de la Reserva se localizan cuatro lagunas: Las Aneas, El Trébol, El Lirio y El Taraje. El complejo lagunar (Figs. 1 y 2) cuenta con otras tres lagunas situadas fuera de la reserva y una dentro (Laguna de la Caña de Azúcar), que no se tendrán en cuenta en este estudio. Están localizadas en zonas ligeramente deprimidas del acuífero detrítico Motril-Salobreña, donde el nivel freático llega a alcanzar la superficie topográfica.

Área de estudio

El acuífero Motril-Salobreña está situado en la costa sur de España, en la provincia de Granada (Fig. 1A). Se trata del acuífero detrítico costero más importante de la provincia, tanto por su extensión como por sus recursos hídricos (Castillo y Fernández-Rubio, 1978; Pulido-Bosch y Rubio, 1988; López-Geta *et al.*, 1991).

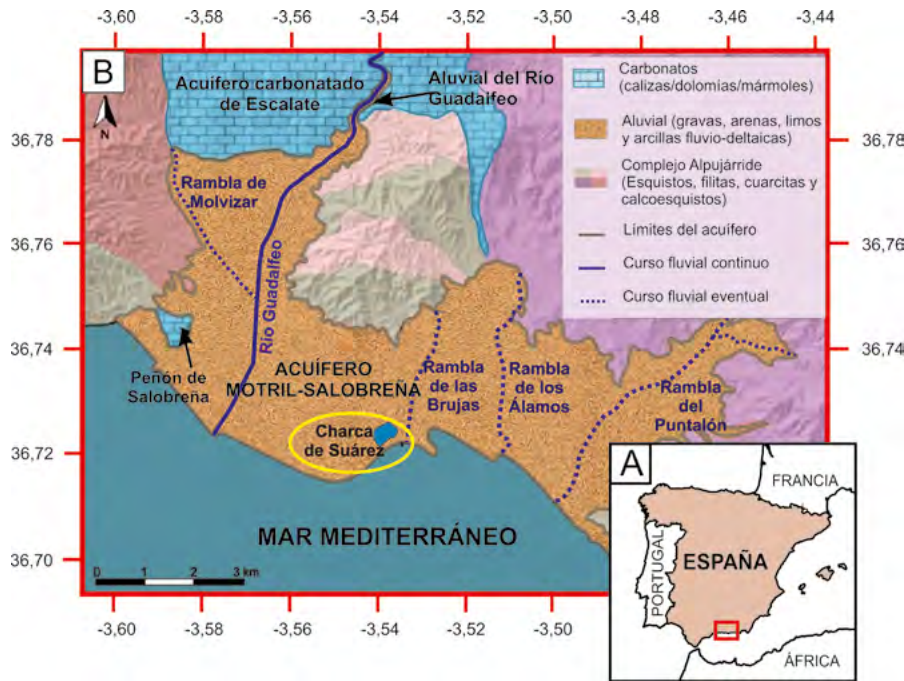
Su superficie es aproximadamente de 42 km² y está formado por aportes de sedimentos del río Guadalfeo y otros cauces, dispuestos sobre las rocas del Complejo Alpujárride en las Zonas Internas de la Cordillera Bética. Sus límites hidrogeológicos vienen definidos al norte por el aluvial del río Guadalfeo y el acuífero carbonatado de Escalate, y al sur por el mar Mediterráneo. Lateralmente está en contacto con esquistos y filitas alpujárrides, consideradas impermeables, siendo estas mismas rocas las que forman el basamento del acuífero (Fig. 1B).

La vega de Motril ha sufrido importantes modificaciones relacionadas con

actividades antrópicas en los últimos años (Calvache *et al.* 2009; Duque *et al.* 2011). La extensa actividad agrícola de la zona ha requerido la construcción de una red de acequias y canales para riego. Las aguas son derivadas del río Guadalfeo y distribuidas por toda la superficie del acuífero. El sistema de riego tradicional por inundación permite que una parte del agua se infiltre en el terreno y la otra parte sea recogida de nuevo por los canales de riego que desembocan al mar.

El humedal de LCS se ubica en un medio sedimentario holoceno compuesto por la intercalación de sedimentos de origen aluvial (gravas y arenas), y de sedimentos prodeltaicos (limos y arcillas).

En la actualidad, LCS se sitúa en la zona de descarga al mar del acuífero Motril-Salobreña. Sus ocho lagunas son perennes, aunque fluctuantes, y se alimentan de las aguas superficiales derivadas de los excedentes de riego de la vega y, posiblemente, de aguas subterráneas procedentes del acuífero. La entrada de agua superficial se produce al norte de la reserva gracias al Balate del Lagarto. El agua se mueve por esco-



rentía superficial hasta alcanzar algunas de las lagunas, dependiendo del grado de inundación de las praderas inundadas. El Balate del Lagarto y otros canales menores recogen los excedentes de las lagunas y desembocan directamente al mar (Fig. 2).

En este trabajo se estudia la relación del acuífero con cuatro de las cinco lagunas que se encuentran dentro del perímetro de protección: Las Aneas, El Trébol, El Taraje y El Lirio.

Metodología

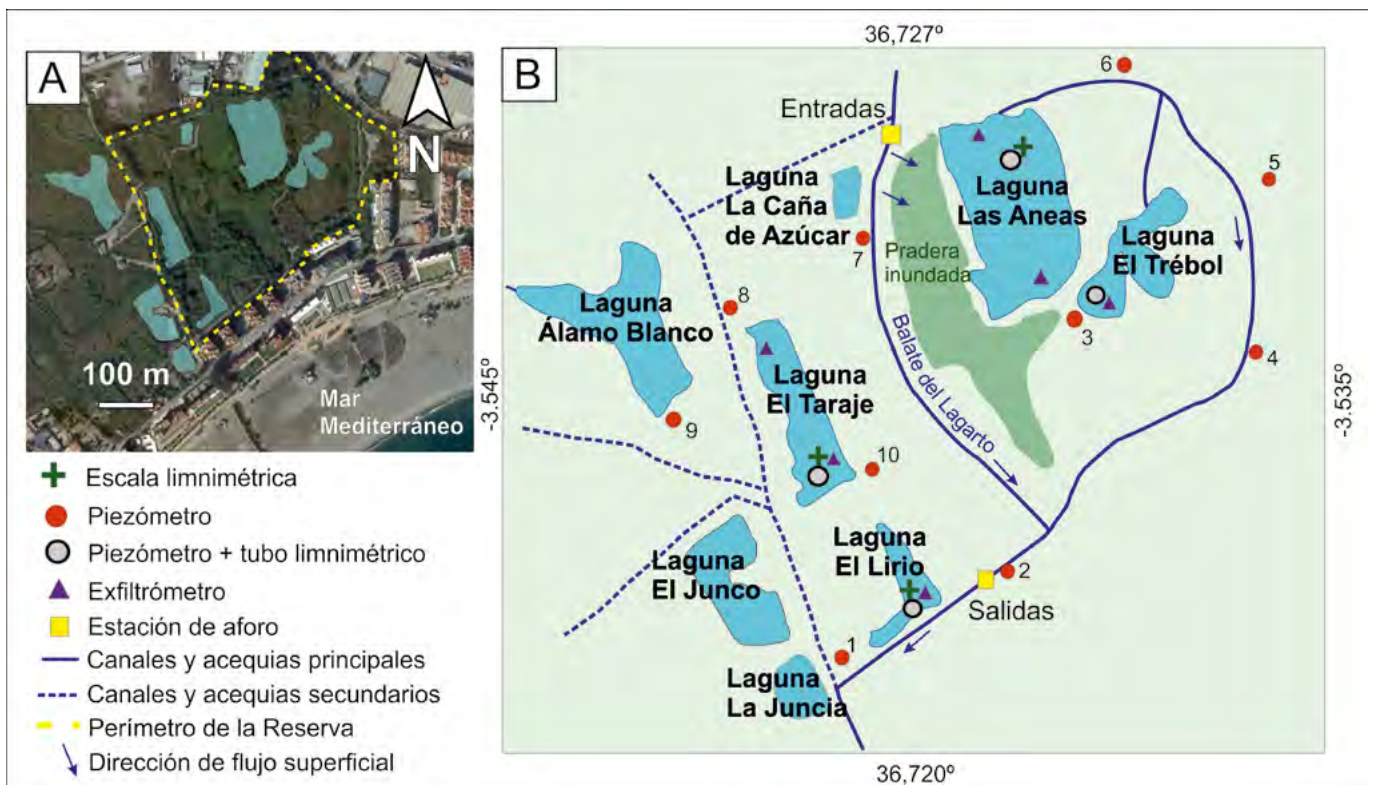
En 2018 se inició un estudio hidrogeológico cuyo principal objetivo es establecer la dinámica de funcionamiento de los humedales de LCS y su relación con el acuífero Motril-Salobreña. Para ello, se ha instalado una densa red de control (Fig. 2B) para cuantificar su balance hídrico y determinar las relaciones de las lagunas con el acuífero.

Medidas de caudal: se han construido sendas estaciones de aforo en las acequias de entrada y salida principales del complejo lagunar, donde se toman medidas en continuo de altura de lámina de agua y se hacen aforos cada mes.

Datos de nivel piezométrico: se han perforado 7 piezómetros de 3 m y 2 de 20 m de profundidad e instalado un piezómetro en el fondo de cada laguna con una profundidad de 0,6 m aproximadamente. Se toman medidas de nivel horarias mediante sensores de presión y manualmente cada mes.

Datos limnimétricos: gracias a sensores de presión instalados en tubos limnimétricos que toman medidas horarias y escalas limnimétricas para medidas visuales mensualmente.

Medidas directas de flujo de intercambio: construcción e instalación de 6 exfiltrómetros tipo Lee (Lee, 1977) dentro de las lagunas. Se trata de bidones cilíndricos abiertos en su base e hincados al



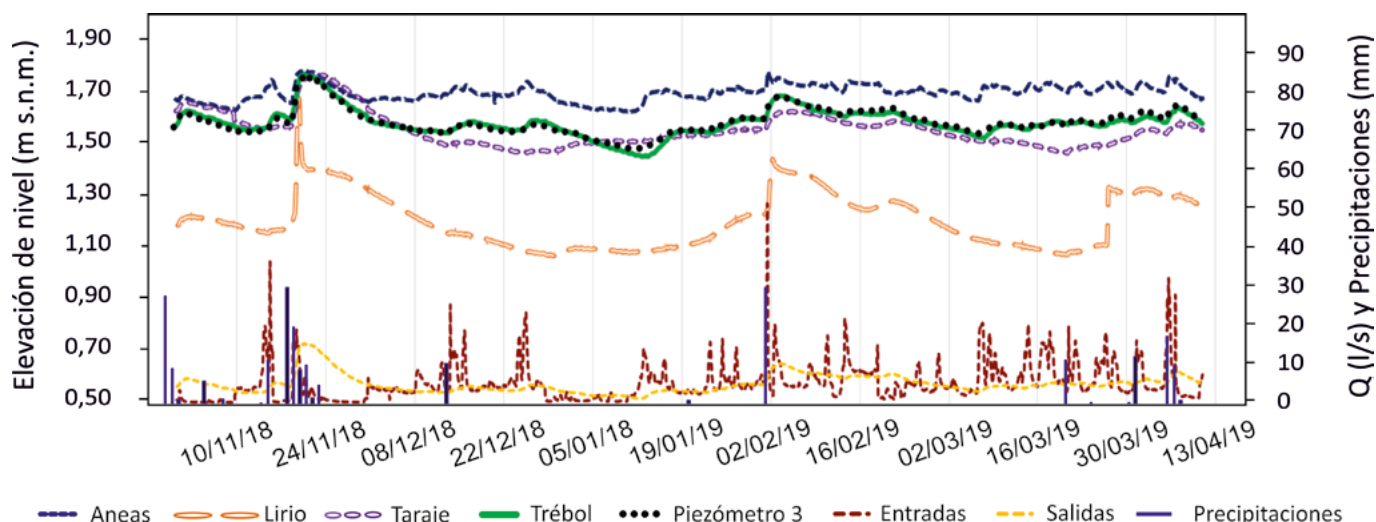


Fig. 3.- Registros en continuo de elevación de nivel en lagunas y piezómetro (eje y izquierdo), y precipitaciones y caudales en la estación de afloramientos de entrada y de salida (eje y derecho).

Fig. 3.- Continuous records of water level in the wetlands and the piezometer (left y-axis), and precipitation and water flow measured in the inlet and outlet flow gauging stations (right y-axis).

fondo de la laguna y conectados a bolsas de plástico. Con ellos se miden las variaciones de peso que se producen en las bolsas con una balanza cada mes, pudiendo registrar ganancias o pérdidas en función de las relaciones predominantes entre aguas superficiales y subterráneas (Rosenberry, 2008).

Adicionalmente, se ha instalado una estación meteorológica completa modelo Vantage Pro 2 Plus de la marca DAVIS y un tanque de evaporación clase A de acero inoxidable para la determinación de pluviometría y de la evaporación directa, respectivamente.

Resultados

El diferente trazado de las curvas de caudal medido en las estaciones de aforo (Fig. 3) muestra diferencias de caudal en las entradas y las salidas. En el registro de entradas se producen picos esporádicos no detectables en el registro de salidas, lo que puede estar relacionado con la modulación del flujo que introducen las propias lagunas. Las entradas suelen llevar un volumen de agua notablemente superior a las salidas, excepto en algunos momentos que ocurre lo contrario (Fig. 3).

El registro de nivel en las lagunas representado en la figura 3 muestra que en El Lirio, El Taraje y el Trébol la morfología de sus curvas es muy suave. Sin embargo, se registran tres ascensos abruptos en el nivel de El Lirio que no se observan en el resto y que están relacionados con eventos de inundaciones costeras. La superficie freática se eleva y se produce una mayor alimentación de agua subterránea

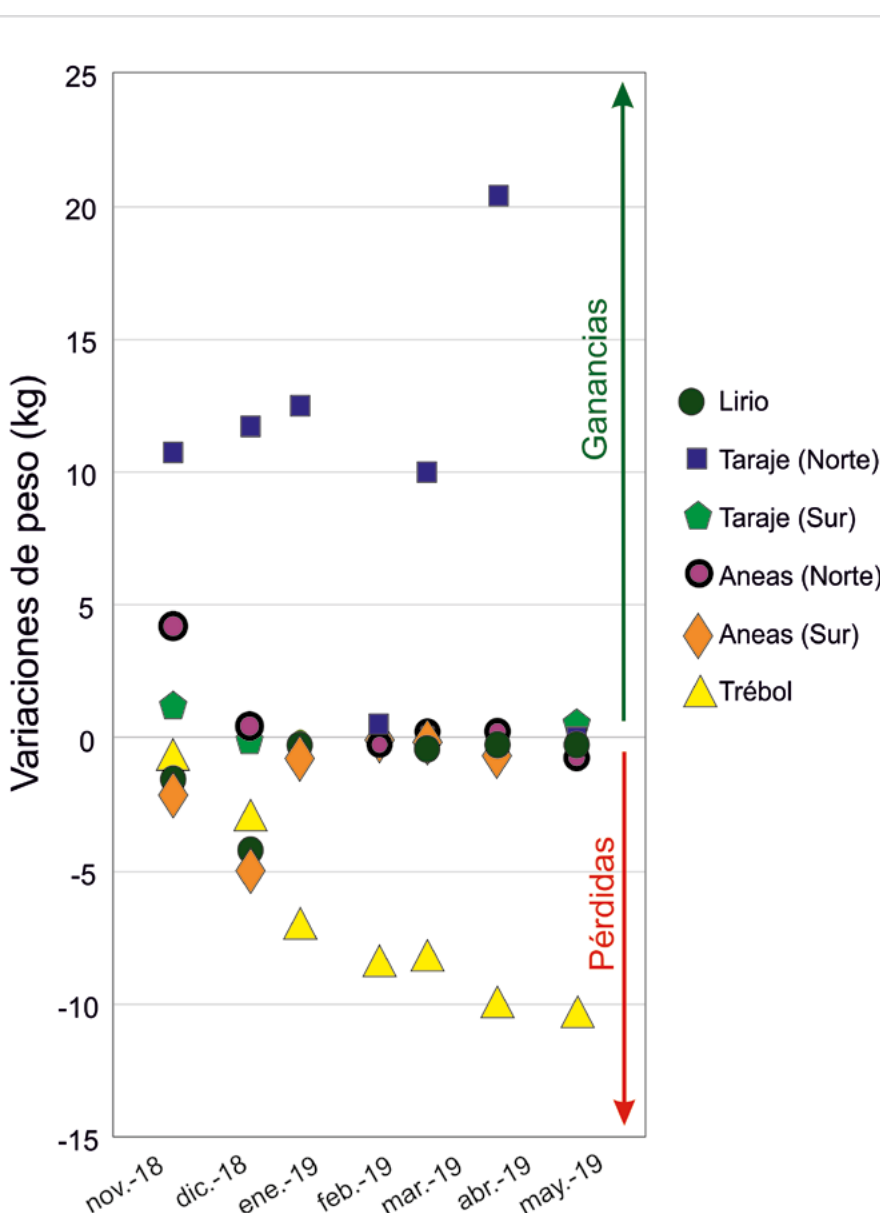


Fig. 4.- Variación de peso mensual en cada uno de los exfiltrómetros instalados en las lagunas.
Fig. 4.- Monthly weight fluctuations of each seepage meter.

hacia la laguna. Únicamente se registra en dicha laguna por ser la más cercana al límite costero. El nivel de Las Aneas es más oscilante, registrándose pequeños picos que aparecen a lo largo de todo el periodo de medida. Comparándolos con los registros de nivel en las estaciones de aforo y con el registro del nivel piezométrico registrado en el piezómetro 3, representados en la figura 3, se observa que los picos de Las Aneas están vinculados con un aumento de caudal de entradas y/o precipitaciones. Por el contrario, la evolución de las lagunas de El Lirio, El Trébol y El Taraje es similar a la del nivel del agua subterránea. Únicamente se representa el registro del piezómetro 3 porque el nivel en todos los puntos de observación tiene una evolución muy similar.

En la figura 4 se muestran las variaciones mensuales en el peso medido en cada exfiltrómetro. En aquellas lagunas donde se instaló más de un dispositivo, las variaciones también son diferentes e incluso se da el caso de que una misma laguna puede ser ganadora y perdedora según el punto donde se mida, lo que indica que las relaciones hídricas entre el acuífero y el complejo lagunar son cambiantes en el tiempo y el espacio.

La realización de mapas piezométricos, el seguimiento prolongado del control (al menos durante un año hidrológico) y la realización de experiencias de medición del intercambio hídrico a corto plazo podrían esclarecer las causas de estas variaciones y permitir cuantificarlas.

Conclusiones

Las lagunas de La Charca de Suárez mostraron dependencia del acuífero Motril-Salobreña. Las lagunas de El Lirio, de El Taraje y de El Trébol tienen una mayor respuesta a los cambios en el nivel pie-

zométrico por lo que su alimentación depende fundamentalmente de las aguas subterráneas. En cambio, la laguna de Las Aneas tiene además una notable alimentación superficial, ya que las variaciones de nivel limnométrico están correlacionadas con el flujo de la acequia de entrada. Aunque haya una importante alimentación del acuífero al complejo lagunar, el caudal medio de agua superficial de entrada sigue siendo notablemente superior al de agua superficial de salida. La pérdida de agua del sistema podría ser debida a la elevada evaporación característica de la zona.

Existen diferencias en el comportamiento hidrodinámico dentro de una misma laguna, con cambios espaciales de norte a sur en la interacción aguas superficiales-aguas subterráneas. Adicionalmente, se producen importantes variaciones temporales de poca duración asociadas a eventos climáticos en los registros que afectan a los niveles en las lagunas. Todo ello manifiesta la importancia de un seguimiento frecuente de la red de control y el contraste de los datos con diferentes técnicas para entender adecuadamente el funcionamiento hidrogeológico del sistema lagunas-acuífero Motril-Salobreña.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó gracias a los fondos del proyecto CGL2016-77503-R financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional FEDER) y del grupo de investigación de la Junta de Andalucía RNM-369. Se agradece al personal de La Charca de Suárez, perteneciente al Excmo. Ayuntamiento de Motril, por la ayuda en la instalación y vigilancia de la red de control, y a Ángel Perandrés, técnico del Departamento de

Geodinámica de la Universidad de Granada, por su disponibilidad a la hora de construir los exfiltrómetros y de instalar los vertederos. También a los revisores anónimos de este trabajo por sus sugerencias.

Referencias

- Ayuntamiento de Motril (2011). *Plan de Uso y Gestión de RNC "Charca de Suárez"*.
- Calvache, M., Ibáñez, S., Duque, C., Martín-Rosales, W., López-Chicano, M., Rubio, J., González, A. y Viseras, C. (2009). *Hydrological Processes* 23, 1268-1281.
- Castillo, E. y Fernández-Rubio, R. (1978). *Boletín I.G.M.E.* LXXXIX, 39-8. Madrid.
- Duque, C. (2009). *Influencia antrópica sobre la hidrogeología del acuífero Motril-Salobreña*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 196 p.
- Duque, C., López-Chicano, M., Calvache, M.L., Martín-Rosales, W., Gómez-Fontalva, J.M. y Crespo, F. (2011). *Hydrological Processes* 25, 2261-2274.
- Lee, D.R. (1977). *Limnology and Oceanography* 22, 140-147.
- López-Geta, J.A., Rubio-Campos, J.C., Cruz-Lozano, E.; IDRENA: López-Arechavala, G., González-Fernández, A.; ENADIMSA: Linares-Girela, L., Trenado-Navarro, L., Rivera-Martínez, A., Catalán-Monzón, F. (1991). *Investigación hidrogeológica para apoyo a la gestión hidrogeológica en la Cuenca del río Guadalfeo (Granada)*. Serie Manuales de utilización de acuíferos, Madrid, 148 p.
- Pulido-Bosch, A. y Rubio, J.C. (1988). En: *Simposio Internacional sobre Tecnología de la Intrusión de agua de mar en Acuíferos Costeros*, 88. Vol. II, 209-238.
- Rosenberry, D.O. (2008). *Journal of Hydrology* 359, 118-130.