



Joaquín Melgarejo Moreno
(Editor)



ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS HUMEDALES DE LA CHARCA DE SUÁREZ EN RELACIÓN CON EL ACUÍFERO MOTRIL-SALOBREÑA

Ángela María Blanco Coronas

Universidad de Granada

Manuel López Chicano

Universidad de Granada

María Luisa Calvache Quesada

Universidad de Granada

Carlos Duque Calvache

Universidad de Aarhus

José Benavente Herrera

Universidad de Granada

RESUMEN

La Reserva Natural Concertada de la Charca de Suárez comprende un conjunto de lagunas que se encuentran a 300 m de la línea de costa mediterránea, en Motril (Granada), al S de España. Se trata del único humedal con carácter litoral de la provincia de Granada y que sirve de refugio a diversas especies de aves acuáticas. Este estudio tiene por objeto alcanzar una aproximación al conocimiento general del funcionamiento de los humedales y su conexión con el acuífero detrítico Motril-Salobreña a partir de los datos preliminares obtenidos durante la fase inicial de trabajo de campo llevado a cabo hasta la actualidad. Con tal fin, se ha instalado una red de control de puntos de observación concentrados donde se tiene un seguimiento limnimétrico, piezométrico, de caudal de entradas y salidas de agua superficial y de intercambio de flujo entre las lagunas y las aguas subterráneas. Gracias a los primeros datos recogidos, se pretende establecer el tipo de relación entre las lagunas de la Charca de Suárez y el acuífero Motril-Salobreña.

1. INTRODUCCIÓN

Los Humedales de la Charca de Suárez se caracterizan por ser uno 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

Consejería 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) y, además, permite la existencia de especies catalogadas en peligro de extinción, como la focha moruna.

En las 14 ha de superficie de la Reserva se localizan cinco lagunas: Las Aneas, El Trébol, El Lirio, El Taraje y La Caña de Azúcar. Dentro del complejo lagunar (Figs. 1 y 2), pero fuera de la reserva, se encuentran otras tres lagunas denominadas El Álamo Blanco, El Junco y La Juncia. Están localizadas en zonas ligeramente deprimidas del acuífero detrítico Motril-Salobreña, donde el nivel freático se encuentra cercano a la superficie topográfica.

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

2. ÁREA DE ESTUDIO

El acuífero Motril-Salobreña está situado en la costa sureste de España, en la provincia de Granada (Fig. 1A). Es considerado el 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; ITGE, 1991). Respecto a la geología, se sitúa en la Zona Interna de la Cordillera Bética y está constituido por sedimentos detríticos cuaternarios que se disponen discordantes sobre las rocas metamórficas del Complejo Alpujárride.

Su superficie es aproximadamente de 42 km² y está formado por aportes de sedimentos del río Guadalfeo y otros cauces, cuyo espesor aumenta notablemente de norte a sur. 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, consideradas impermeables y son éstas mismas rocas las que forman el basamento del acuífero (Fig. 1B).

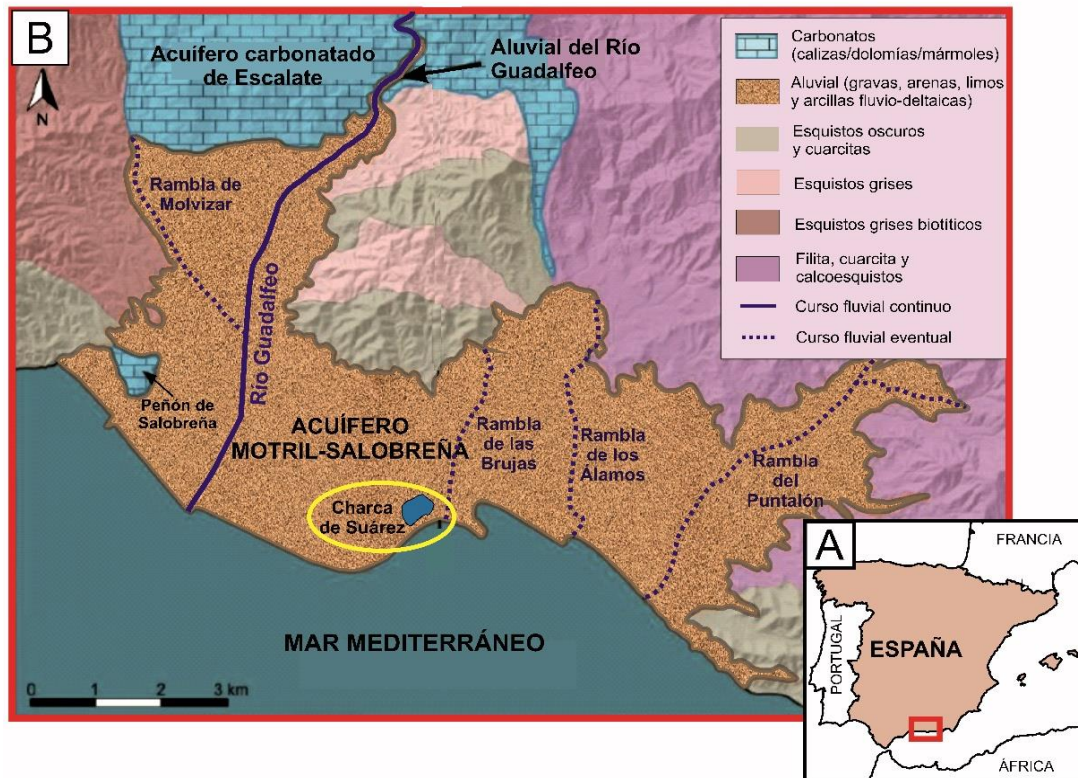


Figura 1. (A) Localización geográfica del área de estudio. (B) Localización hidrogeológica del acuífero Motril-Salobreña y de la reserva natural concertada de la Charca de Suárez. Modificado de Duque (2009)

La mayor parte de la recarga natural del acuífero tiene lugar por infiltración del río Guadalfeo y por retornos de riego, estimándose en 11 hm³/año y 16 hm³/año respectivamente. Y en menor medida se produce por los aportes laterales ocultos del acuífero de Escalate (4 hm³/año) y la lluvia útil (3-6 hm³/año) según Ibáñez (2005) y Calvache et al. (2009), y por el aluvial del río (4,6 hm³/año) según Reolid et al. (2013).

La salida principal es la descarga submarina del acuífero al mar, estimada entre 17 y 26 hm³/año (Heredia et al. 2003; Ibáñez, 2005; Calvache et al. 2009; Duque 2009), aunque también son importantes las salidas por bombeos y, en menor cuantía, las ganancias ocasionales del río en su tramo final.

Los humedales de la Charca de Suárez se originaron durante la evolución geológica del antiguo delta del río Guadalfeo. Debido al dominio de la tasa de sedimentación del río frente a la tasa de erosión litoral, se produjo un retroceso de la línea de costa dando lugar a la Vega Motril-Salobreña. Sobre él se creó un sistema fluvial de canales entrelazados con punto de desembocadura cambiante, lo que producía el abandono de los brazos y formación de zonas de encharcamiento. La expresión geológica de este medio sedimentario holoceno es una intercalación de sedimentos de origen aluvial, formada por gravas y arenas de tamaño medio a grueso, y de sedimentos arcillo-limosos prodeltaicos.

En la actualidad, la Charca de Suárez se sitúa en el límite meridional del acuífero Motril-Salobreña, en su zona de descarga al mar. Se trata de cinco lagunas perennes, aunque fluctuantes, que se alimentan tanto de las aportaciones superficiales de la Vega como de las aguas subterráneas procedentes del acuífero. Los aportes superficiales están representados por los excedentes de riego a través diferentes acequias y canales, siendo la más importante el Balate del Lagarto que atraviesa la Charca de Suárez de norte a sur. Todas las acequias toman el excedente de las lagunas y se unen para desembocar directamente al mar.

En este trabajo se estudiará la relación del acuífero con las lagunas representadas en la figura 2, a excepción de la laguna Álamo Blanco, El Junco, La Juncia y La Caña de Azúcar. La monitorización de todas ellas sería muy difícil y costosa debido a los numerosos canales y acequias de alimentación que existen dentro del complejo lagunar, por ello, solamente se han tenido en cuenta aquellas que formen parte de la reserva natural concertada. Éstas son: Las Aneas (superficie de 11400 m² y profundidad máxima de 1,8 m), El Lirio (superficie 1800 m² y profundidad máxima de 1,8 m), El Taraje (superficie de 5500 m² y profundidad máxima de 1,2 m) y El Trébol (superficie de 2100 m² y profundidad máxima de 3,5 m).

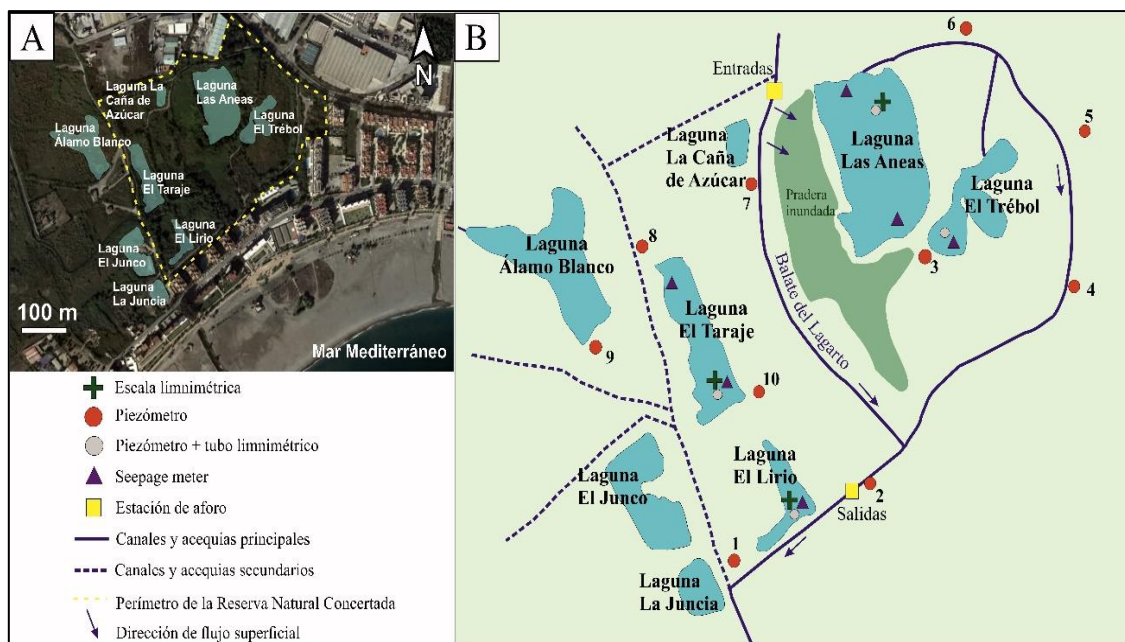


Figura. 2. (A) Localización del complejo lagunar de la Charca de Suárez. (B) Puntos de la nueva red de control.

3. METODOLOGÍA

Con el fin de entender el funcionamiento hidrodinámico de los humedales, se ha procedido a la instalación de una red de control con diferentes puntos de observación repartidos por toda la reserva (Fig. 2B), y así obtener series temporales de diferentes parámetros.

Medidas de caudal: se han construido sendas estaciones de aforo en las acequias de entrada y salida principales del complejo lagunar, en las que se han instalado vertederos triangulares de pared delgada, sensores de medición en continuo y escalas limnimétricas. Además, se han realizado aforos periódicos para obtener las curvas de gastos de ambas estaciones.

Datos de nivel piezométrico: se han perforado 9 piezómetros de 3 m de profundidad y se ha hincado un piezómetro en el fondo de cada laguna. En algunos de ellos se instalaron sensores para la medición en continuo de presión, y en todos se hacen medidas semanales con sonda hidronivel.

Datos limnimétricos: las variaciones de la altura de la columna de agua de los humedales se obtienen de sensores instalados en los tubos limnimétricos para realizar lecturas horarias y se complementan con medidas visuales tomadas de las escalas limnimétricas.

Medidas directas del flujo de intercambio: construcción e instalación de 6 *seepage meters* para la estimación de flujo intercambiado entre las lagunas y el acuífero. En las bolsas recolectoras se deja un volumen de agua de peso conocido y se miden las variaciones de peso cada mes con una balanza de precisión. Los *seepage meters* pueden registrar ganancias o pérdidas en función de las relaciones predominantes entre aguas superficiales y subterráneas (Rosenberry, 2008).

Adicionalmente, se prevé la instalación de una red meteorológica completa y de un tanque de evaporación para la determinación de la pluviometría y de la evapotranspiración, muestreos mensuales para análisis hidroquímico y medidas *in situ* de parámetros físico-químicos, tanto de agua subterránea como superficial.

4. RESULTADOS

Las curvas de caudal medidos en las estaciones de aforo (Fig. 3A) son diferentes para las entradas y para 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 laminación del flujo que introducen las propias lagunas. Además, en ciertos periodos de tiempo, las curvas tienen una tendencia totalmente opuesta, es decir, mientras en la curva de entradas se produce un ascenso, en la de salidas los valores disminuyen. De acuerdo con

la gráfica anterior, las figuras 3B y 3C ponen de manifiesto la independencia del caudal medido en las dos estaciones de aforo y, en algunos momentos, existe un mayor caudal de salida que de entrada.

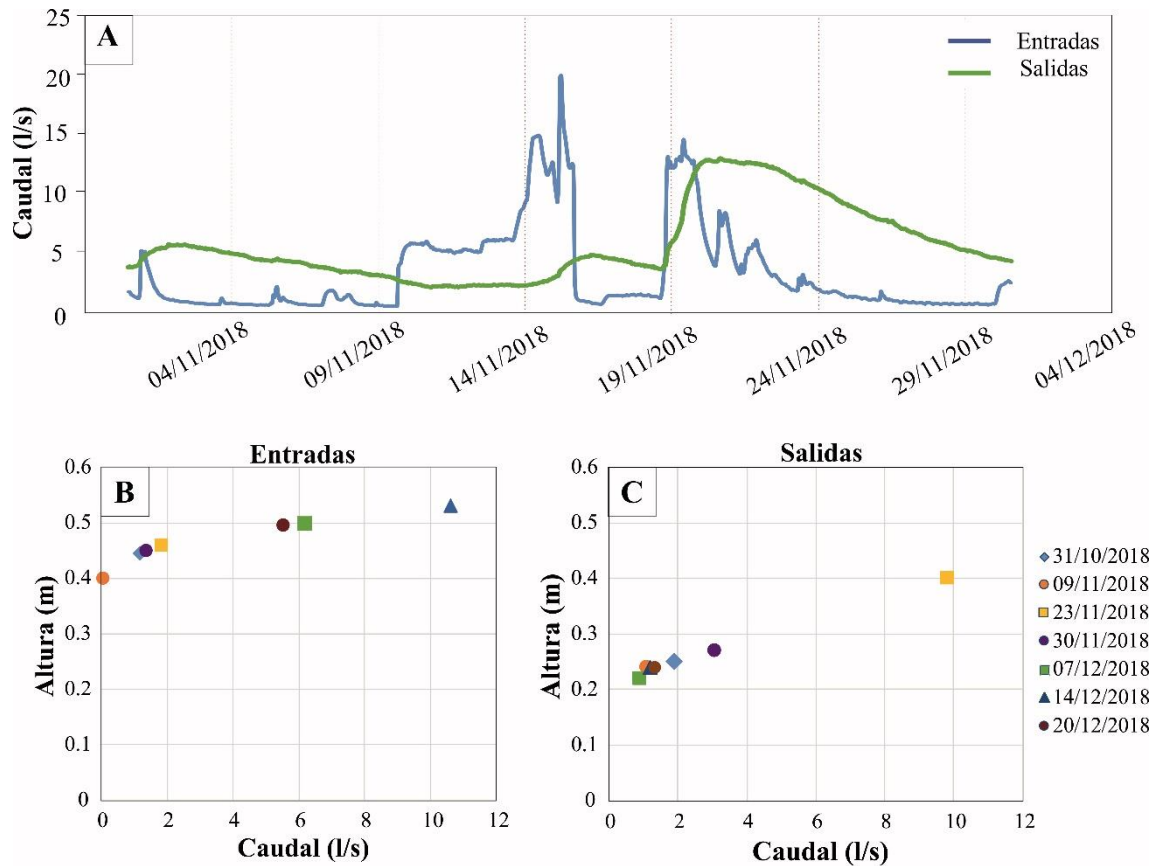


Figura. 3. Datos tomados en las estaciones de aforo. A. Registros en continuo de caudal. B. Medidas puntuales de caudal y altura (escala limnimétrica) en la estación de aforo de entradas. C. Medidas puntuales de caudal y altura (escala limnimétrica) en la estación de aforo de salidas.

La gráfica de registro de nivel en las lagunas (Fig. 4A) muestra que en El Lirio, El Trébol y El Taraje la morfología de sus curvas es similar, sin embargo, en Las Aneas tiene una mayor semejanza. Comparándolas con los registros de nivel en las estaciones de aforo, se observa que la laguna de Las Aneas tiene un comportamiento parecido a las entradas y, por el contrario, las lagunas de El Lirio, El Trébol y El Taraje parecido al de las salidas.

Los niveles piezométricos tienen curvas semejantes en todos sus puntos de medida (Fig. 4B) aunque los picos de ascenso de nivel son más evidentes en el piezómetro 7, que recuerdan a los de la curva de nivel de la estación de aforo de las entradas, lo que tendría sentido ya que los dos puntos de medida se encuentran muy cerca.



Figura 4. Series temporales recogidas por sensores en: (A) Lagunas y estaciones de aforo y (B) Piezómetros.

Comparando los registros de nivel en las lagunas con los niveles piezométricos, se observa que El Lirio, El Taraje y El Trébol tienen una tendencia general similar al nivel del agua subterránea. En cambio, el registro de Las Aneas parece tener más afinidad con la serie de las variaciones de caudal de las entradas.

En la figura 5 se muestran las variaciones mensuales en el peso medido en cada *seepage meter*. Dichas variaciones no se registran por igual en todos los *seepage meter*, sino que se producen diferencias entre lagunas, e incluso dentro de una misma laguna. En aquellas donde se instaló más de un dispositivo las variaciones 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 no son sencillas y son cambiantes en el tiempo y en el espacio. La nivelación de los puntos de control piezométrico, la realización de mapas piezométricos, el seguimiento prolongado de equipos de control (al menos durante un año hidrológico) y la realización de experiencias de medición del intercambio hídrico a corto plazo podrán esclarecer las causas de estas variaciones y permitir cuantificarlas.

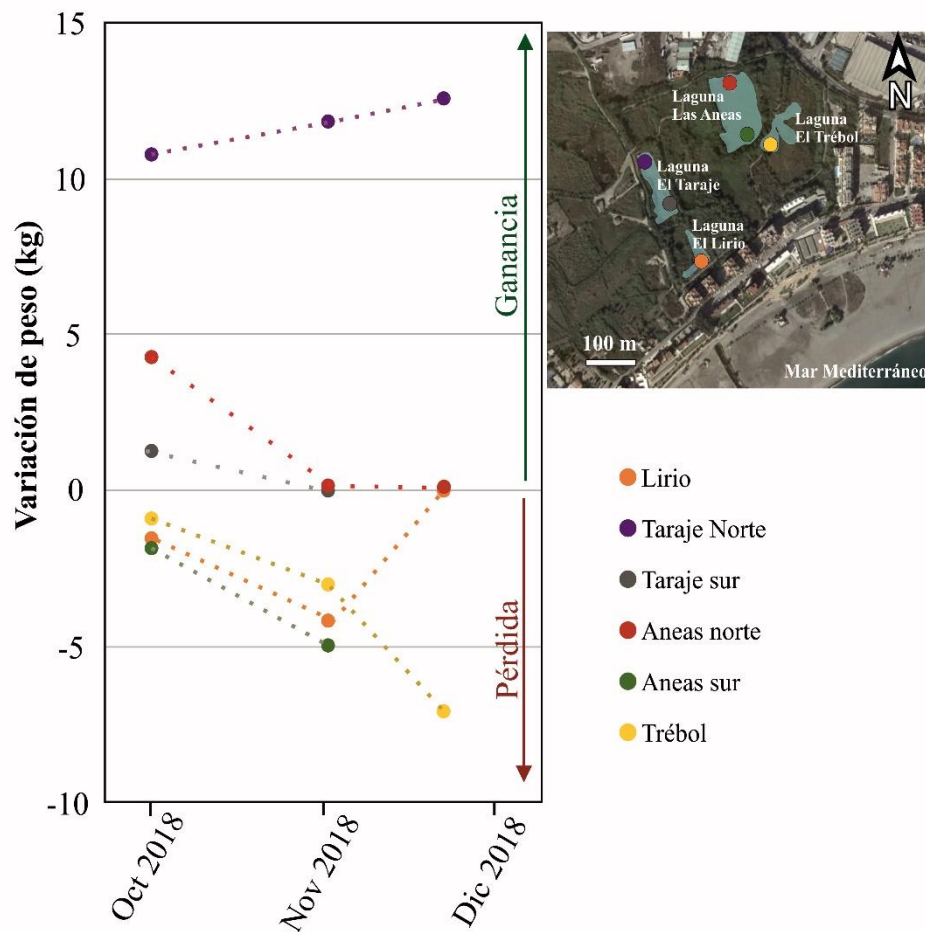


Figura 5. Variación de peso en cada uno de los *seepage meters* instalados en las lagunas para el cálculo de flujo intercambiado con el acuífero.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos parecen indicar que, en general, las lagunas estudiadas son dependientes del nivel piezométrico del acuífero Motril-Salobreña. Las lagunas de El Lirio, El Taraje y El Trébol podrían tener una mayor respuesta a los cambios en el nivel piezométrico. Sin embargo, la laguna de Las Aneas muestra una mayor similitud con el caudal que fluye a través de la acequia de entrada a la reserva. La variación, tanto temporal como espacial en los registros, 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 financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad 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, técnico del departamento de Geodinámica de la Universidad de Granada, por su disponibilidad a la hora de construir los *seepage meters* y de instalar los vertederos.

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. and VISERAS, C. (2009). Numerical modelling of the potential effects of a dam on a coastal aquifer in s. Spain. *Hydrological Processes*, 23, 1268-1281

CASTILLO, A. y FERNÁNDEZ-RUBIO, R. (1978). Hidrogeología del acuífero de la Vega de Motril-Salobreña, *Bol. IGME*, LXXXIX, 39-8. Madrid.

DUQUE, C. (2009). *Influencia antrópica sobre la hidrogeología del acuífero Motril-Salobreña*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

HEREDIA, J., MURILLO, J.M., GARCÍA-ARÓSTEGUI, J.L., RUBIO, J.C. y LÓPEZ-GETA, J.A. (2003). Influencia antrópica en un acuífero costero. Consideraciones sobre la gestión hídrica del acuífero de Motril- Salobreña (España). *Revista Latino-Americana de Hidrogeología*, 3, 73-83.

IBÁÑEZ, S. (2005). *Comparación de la aplicación de los distintos modelos matemáticos sobre acuíferos costeros detríticos*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 304 p.

ITGE. (1991). Investigación hidrogeológica para apoyo a la gestión hidrogeológica en la Cuenca del río Guadalfeo (Granada). *Series Manuales de utilización de acuíferos*.

PULIDO-BOSCH, A. y RUBIO, J.C. (1988). Los acuíferos costeros de Motril-Salobreña, *Simposio Internacional sobre Tecnología de la Intrusión de agua de mar en Acuíferos Costeros*, 209-238, Almuñécar.

REOLID, J., LÓPEZ CHICANO, M., CALVACHE QUESADA, M.L., DUQUE, C. y SÁNCHEZ ÚBEDA, J.P. (2013). Estimación de las aportaciones del aluvial del río Guadalfeo al acuífero Motril-Salobreña.

ROSENBERRY, D.O. (2008). A seepage meter designed for use in flowing water. *Journal of Hydrology*, 359, 118-130.