

# **GESTIÓN DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS EN MEDIOS HIDROLÓGICOS FLUCTUANTES: EL CASO DE LA RESERVA NATURAL LAGUNA DE FUENTE DE PIEDRA**

**M. RENDÓN-MARTOS & J. M. RAMÍREZ**

R.N. Fuente de Piedra, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía,  
Apdo. 1, 29520 Fuente de Piedra Málaga. E-mail: mrendon@clientes.unicaja.es

## **RESÚMEN**

La laguna de Fuente de Piedra es el humedal endorreico de mayor extensión de Andalucía. Si bien, sus características de laguna endorreica y temporal, con fluctuaciones estacionales e interanuales, son el valor principal a tener en cuenta para evaluar su importancia. La influencia de las variables climáticas son las que determinan, cada año, el funcionamiento del sistema acuático y de las comunidades bióticas que alberga. El uso tradicional de la laguna ha sido la explotación salinera, lo que ha influido de manera determinante en la configuración actual del vaso lagunar. Se analiza la incidencia de las principales actividades del entorno de la laguna tales como la explotación de los recursos hídricos, agricultura e infraestructuras. Asimismo, se describe la gestión de esta Reserva Natural, con particular atención a las medidas adoptadas para evaluar, corregir o evitar posibles impactos negativos de las actividades que se desarrollan en el entorno de este humedal.

**P.C.: humedal endorreico, laguna temporal, gestión, recursos hídricos, agricultura, infraestructuras.**

## **SUMMARY**

The Fuente de Piedra lake is the largest endorheic wetland in Andalusia. As a saline system, it is one of most important in the Iberian Peninsular. Its characteristics of being an endorheic seasonal lake, with seasonal and interannual fluctuations, are the principal factor to take into consideration when evaluating its importance. The influence of climatic variations is that which each year determines the functioning of the aquatic system and the biotic communities that it holds. The traditional use of the lake been for salt extraction and this has influenced and determined the actual configuration of the lake. In this report the effect of the principal activities around the lake is analyzed, such as the water resources, agriculture and infrastructures. The management of the lake is also described with particular attention to the measures adopted for the evaluation, correction or averting of possible impact by the various activities carried out around this wetland.

**K.W.: endorheic wetland, seasonal lake, management, water resources, agriculture, infrastructures.**

## **INTRODUCCIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS.**

La laguna de Fuente de Piedra, situada al norte de la provincia de Málaga, tiene una extensión de 1.354 ha y constituye el nivel de base y el desagüe natural de una cuenca endorreica de 15.300 ha (DICHTL *et al.*, 1986; LINARES, 1990). Es uno de los sistemas salinos más importantes y singulares de la Península ibérica tanto por su extensión como por el conjunto de sus rasgos físicos y bióticos (CASADO & MONTES, 1995). El área de Reserva Natural ocupa una extensión de 1.554 ha y su Zona Periférica de Protección una superficie total de 6.689 ha.

Las variaciones climáticas anuales e interanuales en un contexto semiárido configuran el régimen hídrico e hidroquímico de este humedal y su variación en el tiempo (CASADO & MONTES, 1995). Los fenómenos de disolución y transporte de sales provenientes de las facies salinas y yesíferas de los materiales terciarios poseen una relevante importancia en este sistema (LINARES, 1990), al favorecer el desarrollo de procesos endorreicos y la salinización de las aguas subterráneas.

Este medio se caracteriza por presentar una gran severidad ambiental, debido a la extrema variabilidad anual e interanual a la que está sometido. La sucesión de las comunidades y especialmente los organismos planctónicos adaptan sus ciclos a la imprevisibilidad del ciclo hidrológico de este humedal.

La vegetación de la laguna depende del periodo de encharcamiento, del grado de salinidad y de la textura del suelo. La vegetación halófila es la más característica de este medio, constituyendo la orla del vaso lagunar. La vegetación arbórea está representada exclusivamente por tarajes (*Tamarix spp.*). En periodos de inundación prolongada y elevado nivel de agua, se desarrollan macrófitos sumergidos como *Ruppia maritima*, *Zannichellia obtusifolia* y *Althenia orientalis*.

Debido a las características de este medio, las comunidades de anfibios, reptiles y mamíferos están escasamente representadas. Los vertebrados mejor adaptados a este medio efímero e impredecible son las aves acuáticas, siendo el nivel de agua y las condiciones climáticas los que determinan tanto los efectivos como las especies presentes en cada estación (VARGAS et al., 1983; RAMÍREZ et al., 1992; RENDÓN, 1996). Este humedal es conocido internacionalmente por albergar una de las colonias de reproducción de Flamenco común (*Phoenicopterus ruber roseus*) más importante del Mediterráneo Occidental (RENDÓN, 1996).

La gestión de esta Reserva Natural se basa en el conocimiento científico del funcionamiento del sistema y, tomando como referencia el seguimiento a largo plazo de los parámetros hidrológicos y biológicos, tiene como objetivo el mantener un equilibrio entre la conservación de este ecosistema y el desarrollo de las actividades en su área de influencia (Tabla 1).

Los procesos de gestión de una zona húmeda esteparia y endorreica constan de tres fases fundamentales: caracterización de los humedales presentes en la zona, análisis de factores de tensión y acciones de conservación y recuperación (ALONSO, 1996).

En 1983, la Laguna de Fuente de Piedra fue incluida entre los Humedales de Importancia Internacional (Convenio de Ramsar). En 1984 fue declarada Reserva Integral, pasando a denominarse Reserva Natural por la Ley 2/89 de 18 de julio. Desde 1988 se declara Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). La gestión de esta Reserva Natural corresponde a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, que designa a un Director Conservador, y cuenta con un órgano consultivo (Patronato) donde se integran diversos sectores sociales y de la administración. Estas medidas legales han permitido la realización de actuaciones de gestión y conservación a diferentes niveles, encaminadas a establecer los instrumentos necesarios para la conservación de este espacio natural y sus importantes comunidades bióticas y, en particular, el acuífero asociado a la laguna.

En la presente comunicación se describen las medidas de gestión adoptadas con relación a las principales actividades humanas que afectan a la laguna.

## **RESULTADOS.**

### **ACTIVIDADES EN EL MEDIO. EFECTOS Y MEDIDAS DE GESTIÓN**

#### **Recursos hídricos.**

La gestión hídrica de un humedal se basa en el conocimiento a partir de una buena red de observación y en evitar las ideas preconcebidas, y requiere el seguimiento de las actuaciones (CUSTODIO, 1995). Para el seguimiento de los recursos hídricos de la laguna y su acuífero asociado, se cuenta con una red piezométrica distribuida en toda la cuenca (ITGE, 1998). Este seguimiento a largo plazo lo realiza el Instituto Tecnológico Geominero de España en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente. Las medidas de protección para el acuífero asociado a la laguna y el control de vertidos corresponde a la Confederación Hidrográfica del Sur, que asume los informes del Patronato de la Reserva en la tramitación de nuevas captaciones de agua en la cuenca.

El balance de los recursos hídricos en condiciones medias permite establecer que los tres elementos que constituyen la recarga de la laguna: precipitación, escorrentía superficial y descarga subterránea, aportan globalmente un caudal parecido (ITGE, 1998).

Los aprovechamientos de recursos hídricos para los regadíos y el abastecimiento urbano, se realizan mediante extracciones por bombeo desde el acuífero. En 1974 el volumen total bombeado se estimó en 7 hm<sup>3</sup>, descendiendo a 3 hm<sup>3</sup> en la década de los ochenta (LINARES, 1990).

Gran parte de las captaciones se concentran en un área de 30 km<sup>2</sup> al norte de la laguna y próximas a Humilladero (LINARES, 1990). Lógicamente esta extracción de agua supone una

disminución de los recursos útiles de los que dispone la laguna y un descenso de los niveles piezométricos en las zonas de concentración de captaciones. Una de las afecciones ha sido el agotamiento del manantial del Arroyo del Santillán por el abastecimiento urbano de la población de Mollina. Este arroyo aportaba agua de manera continua a la laguna (DANTÍN 1940) y permitía el mantenimiento de hábitats menos salinos en la zona de influencia.

Tradicionalmente alpechines y las aguas residuales de los núcleos urbanos de Fuente de Piedra y Humilladero se vertían directamente al vaso lagunar, a través de los arroyos de Santillán y El Charcón. Los alpechines provocaban un aporte de nutrientes y contaminantes que aumentaban la producción primaria potencial (HERBERG, 1986). Para evitar este aporte de nutrientes, ajenos al sistema natural, se prohibió el vertido de alpechines. Con el fin de mejorar la calidad de las aguas residuales que se vierten a la laguna y para mantener los aportes superficiales, de gran importancia para la fauna durante la época de estiaje y los prolongados periodos de sequía, se construyeron Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales en los dos núcleos urbanos.

Dado que los caudales superficiales de los arroyos no quedan totalmente restablecidos con los aportes procedentes de las depuradoras y para evitar la predación o interferencias humanas sobre las crías de flamencos y larolimícolas, se hace necesario mantener pequeñas áreas encharcadas (4 ha) en las proximidades de los territorios de cría de estas aves coloniales durante los periodos de estiaje (RENDÓN & JOHNSON, 1996).

### **Agricultura, ganadería y caza.**

El establecimiento de los usos agrícolas en la cuenca de Fuente de Piedra tuvo como consecuencia la destrucción de la vegetación natural, la canalización de los cauces y el drenaje de áreas húmedas del entorno hacia la laguna (Tabla 1). Estas actuaciones favorecen el aporte de sedimentos al vaso lagunar. Para paliar, en lo posible, estos efectos se acondicionan determinados sectores del antiguo canal perimetral de la laguna como trampa de sedimentos y se procede a la regeneración de la cubierta vegetal en áreas de titularidad pública. Asimismo, la recuperación de las zonas húmedas asociadas a los arroyos permitirá una mayor retención de sedimentos y la restauración de hábitats escasamente representados, que sólo aparecen en años de elevado nivel de agua.

Respecto a los pequeños humedales del entorno de Fuente de Piedra, drenados para su uso agrícola, la Consejería de Medio Ambiente ha adquirido uno de ellos, el Laguneto del Pueblo, para su restauración.

Los abonos inorgánicos pueden llegar hasta el vaso lagunar a través del acuífero y por escorrentía superficial, cuando se registran elevadas precipitaciones coincidiendo con los tratamientos. Con respecto a los productos fitosanitarios utilizados en los cultivos dominantes en la zona (olivar, cereal y girasol), se tiene constancia, por parte de la Consejería de Agricultura y Pesca, de que no afectan significativamente a la calidad de las aguas.

Tanto la ganadería como la actividad cinegética tuvieron cierta repercusión en la laguna hasta principio de los ochenta, cesando estas actividades con la declaración de la Reserva Natural. No obstante, al ofrecer la laguna buenas zonas de refugio, se produjo un notable incremento de la población de conejos, que afectan tanto a la vegetación natural como a los cultivos colindantes. Las medidas de gestión adoptadas van dirigidas al control de la población de conejos e indemnización por los daños producidos.

### **Infraestructuras.**

La localización geográfica de la laguna de Fuente de Piedra, en el centro de Andalucía, determina que esta zona sea paso obligado de importantes infraestructuras de comunicación, de manera particular al norte de la misma. La mayoría de las vías de comunicación (carretera Sevilla-Antequera y comarcal Fuente de Piedra - Sierra de Yeguas; línea férrea Córdoba-Bobadilla) fueron construidas antes de la declaración de la Reserva Natural, originando cambios en la red de drenaje superficial de la cuenca por la canalización de los principales cursos de agua que se vierten a la laguna y el drenaje de áreas húmedas del entorno de Fuente de Piedra. Estas actuaciones, además de la ocupación del suelo, dieron lugar a la apertura de canteras y el vertido de los excedentes.

Algunas de estas infraestructuras han sufrido importantes transformaciones en los últimos años, como la carretera N-334 cuyo trazado se utilizó para la construcción de la autovía A-92, o el desdoblamiento de la línea férrea Fuente de Piedra-Pedraera. El seguimiento de estas obras en la zona

de influencia, ha permitido evitar el relleno de áreas encharcadizas del entorno que se encuentran drenadas para uso agrícola, y que en años de importantes precipitaciones funcionan como áreas húmedas complementarias a la laguna.

En este sentido, los excedentes de construcción de la A-92 fueron utilizados para el sellado del vertedero de residuos sólidos urbanos y la restauración de las canteras de la zona del Cerro del Palo, donde posteriormente se construyó el Centro de Visitantes de la Reserva.

Respecto a la línea férrea Fuente de Piedra a Pedrera, el proyecto de construcción analizaba dos posibles trazados, uno exterior y otro interior a la Zona Periférica de Protección, si bien ambas alternativas se localizaban dentro de la cuenca hidrográfica de la laguna. Se rechazó la alternativa exterior por sus importantes repercusiones sobre el acuífero que alimenta a la laguna y para su construcción se adoptaron una serie de medidas correctoras y protectoras (Tabla 1).

### Usos y actividades en la laguna.

Las principales modificaciones del vaso lagunar fueron realizadas a finales del siglo XIX (CALDERON, 1888), para incrementar notablemente la extracción de sal. Con este fin, se canalizaron los arroyos que vierten a la laguna, se dividió la superficie del vaso lagunar mediante diques y canales, y se manejaron las aguas de escorrentía, desviándolas al Arroyo de Las Tinajas mediante un túnel. La explotación de las salinas se mantuvo hasta 1951 en que dejaron de ser rentables. Como consecuencia de estas transformaciones, quedaron diques y canales cuyos restos, muy erosionados, forman islas que son actualmente de gran importancia para las comunidades vegetales y, en particular, para el establecimiento de las colonias de reproducción de aves coloniales (Tabla 1). Estos islotes sufren continuos procesos de erosión, por lo que se realizan obras de restauración y mantenimiento (RENDÓN & JOHNSON, 1996).

Con anterioridad a la protección de la laguna, esta era utilizada por los habitantes del entorno para actividades de recreo y esparcimiento, en particular los años con elevado nivel de agua. En la actualidad, el acceso al interior de la laguna queda limitado a las labores de gestión e investigación. Las instalaciones de uso público (Centro de Visitantes, miradores) permiten el conocimiento de este espacio desde su entorno sin afectar el área protegida, tratándose de uno de los espacios protegidos más visitados de Andalucía.

Tabla 1: Principales actividades humanas con influencia destacable sobre la laguna de Fuente de Piedra, medidas de gestión adoptadas y resultados más destacables.

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>EFECTOS SOBRE EL HUMEDAL</b>	<b>MEDIDAS DE GESTIÓN</b>	<b>RESULTADOS</b>
- <b>Extracciones de agua del acuífero.</b>	- Disminución de los recursos hídricos disponibles para la laguna. - Regulación del manantial de Santillán.	- Seguimiento a largo plazo de parámetros hidrológicos y climatológicos. - Informe del Patronato para nuevas captaciones. - Aportes de agua a la laguna en estiaje.	- Conocimiento del funcionamiento hidrológico del sistema. - Control de nuevas captaciones. - Restitución parcial de los aportes de aguas en zonas de cría.
- <b>Vertidos de aguas residuales.</b>	- Aportes de nutrientes y contaminantes.	- Construcción de sistemas de depuración de aguas residuales. - Mantenimiento de los vertidos depurados a la laguna.	- Mejora de la calidad de las aguas. - Restitución de caudales superficiales de los arroyos.
- <b>Vertidos de alpechines.</b>	- Aportes de nutrientes y gran cantidad de agua.	- Prohibición de los vertidos.	- Eliminación de los vertidos a la laguna.
- <b>Agricultura.</b>	- Eliminación de la vegetación natural. - Desaparición y alteración de áreas húmedas. - Incremento en el aporte de sedimentos y nutrientes.	- Repoblación y regeneración de la cubierta vegetal. - Acondicionamiento del canal perimetral como trampas de sedimentos. - Adquisición y restauración de humedales periféricos. - Medidas agroambientales.	- Regeneración de la vegetación potencial de la laguna. - Retención de sedimentos. - Recuperación de humedales periféricos. - Prácticas agrícolas compatibles.
- <b>Ganadería y caza</b>	- Destrucción de la vegetación natural. - Interferencia sobre la	- Eliminación de la ganadería en las zonas de vegetación natural de la Reserva.	- Regeneración de la vegetación. - Beneficios para la fauna.

	comunidad faunística.	- Prohibición de la caza.	
<b>- Construcción de infraestructuras en la cuenca hidrográfica de la laguna.</b>	- Canalización y drenaje de áreas húmedas. - Afección al acuífero. - Vertidos de excedentes y apertura de canteras. - Aterramiento de áreas húmedas.	- Elección de los trazados más acordes con la conservación del sistema hidrológico. - Adopción de medidas correctoras y compensatorias. - Establecimiento de zonas de vertido en antiguas canteras degradadas. - Clausura de vertederos incontrolados.	- Construcción de infraestructuras viales sin afectar a la laguna ni al sistema hidrológico que la alimenta. - Eliminación de impactos preexistentes (carretera en zona de Reserva; ordenación de tendidos eléctricos; construcción de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales).
<b>- Explotación salinera.</b>	- Transformaciones del vaso lagunar. - Alteración del régimen hídrico de la laguna.	- Restauración de enclaves de los antiguos diques como territorios de reproducción de aves acuáticas coloniales.	- Establecimiento de colonias de reproducción de aves acuáticas coloniales.
<b>- Usos recreativos.</b>	- Molestias a la fauna	- Regulación del uso público en el entorno de la Reserva Natural. - Creación de infraestructuras.	- Facilitar el conocimiento del espacio sin afectar a los valores de la laguna.

### CONCLUSIONES

La cuenca hidrográfica de un humedal es el marco de referencia para su gestión. La gestión de una laguna temporal se debe basar en un programa de seguimiento a largo plazo de los recursos hídricos, parámetros biológicos y usos, y debe tener por objetivo el mantenimiento de su ciclo hidrológico natural. Esta gestión precisa de criterios de carácter multidisciplinar dada la gran variabilidad de factores que determinan el funcionamiento de estos medios fluctuantes. La explotación de los recursos agrícolas de manera rentable y no agresiva con el medio precisa de la adopción de medidas agroambientales que compatibilicen los usos agrarios con los fines de conservación. En los últimos años, esta laguna y, en particular, la colonia de reproducción de flamencos se está convirtiendo en un importante atractivo turístico, lo que está generando expectativas entre los habitantes del entorno. La explotación de los recursos de manera sostenible, en el entorno de la Reserva, permitirá mantener el necesario equilibrio entre desarrollo y conservación.

### BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, M.; (1996). *Endorheic and steppic complexes oh the Mediterranean*. Management of Mediterranean Wetlands vol 2. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid: 87-108.
- CALDERON, S.:(1888). *La Salina de Fuente de Piedra*. Act. de la Soc. Esp. de Hist. Nat., de Sevilla, Tomo XVII.
- CASADO. S. & MONTES C.:(1995). *Guía de los Lagos y Humedales de España*. Ed. J. M. Reyero. 255 p.
- CUSTODIO, E.; (1995). *El papel de la hidrología en los programas de restauración de humedales en ambientes fluctuantes*. Bases Ecológicas para la restauración de Humedales en la Cuenca Mediterránea. Consejería de Medio Ambiente:43-60.
- DANTIN, J.; (1940). *La aridez y el endorreismo español: el endorreismo bético*. Est. Geograf. Año I, nº 1.
- DICHTL, L., LINARES, L. & VALLE, M.; (1986). *Hidrogeología de la laguna de Fuente de Piedra, y su entorno (provincia de Málaga)*. II Simposio sobre el Agua en Andalucía vol. 2: 357-366.
- HERBERG, O.; (1986). *Valoración del impacto provocado por el arroyo Santillán en la Laguna de Fuente de Piedra (Málaga)*. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ecología. Universidad de Málaga. 122p.
- LINARES, L.; (1990). *Hidrogeología de la Laguna de Fuente de Piedra (Málaga)*. Tesis Doctoral.. Universidad de Granada. 342 pp.
- ITGE (1998). *Hidrogeología de la Reserva Natural de la Laguna de Fuente de Piedra (Málaga)*. Ed. ITGE. 79 p.
- RAMÍREZ, J.M., RENDÓN, M. & VARGAS, J. M.; (1992). *Reproducción e invernada de la Malvasía (Oxyura leucocephala) en las lagunas endorreicas de la provincia de Málaga*. Oxyura 6(1): 55-65.
- RENDÓN, M.; (1996). *La Laguna de Fuente de Piedra en la Dinámica de la Población de*

- Flamencos (Phoenicopterus ruber roseus) del Mediterráneo Occidental.* Tesis Doctoral. Departamento de Biología Animal. Universidad de Málaga. 368 p.
- RENDÓN, M. & JOHNSON, A. R. ; (1996). *Management of Nesting Sites for Greater Flamingos.* Colonial Waterbirds, 19 (Special Publication 1): 167-183.
- VARGAS, J. M., BLASCO, M. & ANTÚNEZ, A.; (1983). *Los vertebrados de la laguna de Fuentepiedra (Málaga).* Monografías nº 28. ICONA. Madrid. 228 p.