

# La depuración de agua y la sostenibilidad ambiental: Las lagunas de Campotéjar y Moreras (Murcia, S.E. España)

Gustavo A. BALLESTEROS PELEGRÍN  
Grupo de Estudios Sociedad, Territorio y Economía  
Departamento de Geografía. Universidad de Murcia  
gabpl@um.es

Recibido: 24 de junio de 2014

Enviado a evaluar: 26 de junio de 2014

Aceptado: 20 de octubre de 2014

## RESUMEN

En la Región de Murcia se han construido en la primera década del siglo XXI modernas estaciones de aguas residuales en las que se aplica alta tecnología en depuración, que sustituyen a obsoletas estaciones depuradoras de aguas residuales por sistema de lagunaje, en algunos casos, las antiguas balsas de lagunaje se siguen utilizando como depósitos para uso principalmente agrícola de un agua que previamente ha sido depurada. El objetivo de este artículo es poner de manifiesto, mediante la recopilación de la información disponible, como algunos de estos enclaves se han naturalizado y convertido en refugios de vida silvestre, con presencia de especies amenazadas, por lo que se han declarado como Humedales de Importancia Internacional, razón por la que se consideran como modelo de sostenibilidad que compatibiliza la depuración del agua y su uso agrícola posterior, con la conservación de la biodiversidad.

**Palabras clave:** Depuración de agua, regadío, agricultura, sostenibilidad, conservación, biodiversidad.

Purification of water and environmental sustainability:  
Campotejar and Moreras Lagoons (Murcia, S.E. Spain)

## ABSTRACT

At the beginning of the XXI century in the Region of Murcia (SE Spain), modern sewage stations with high-tech water purification methods were built. They replaced outdated sewage treatment plants that used surface impoundment systems. In some cases, these ponds are still used mainly as reservoirs for agricultural use of water that has previously been purified. The aim of this article is to show how some of these sites have become naturalized and a wildlife refuge. Due to the presence of endangered species, they were declared Wetlands of International Importance, and therefore considered as a model of sustainability that reconciles water purification, agricultural use and conservation of biodiversity. All the available information was compiled to perform this article.

**Key words:** Water purification, irrigation, agriculture, sustainability, conservation, biodiversity

## La purificación de l'eau et la durabilité de l'environnement: Étangs Campotejar et Moreras (Murcia, Espagne S.E.)

### RÉSUMÉ

Dans la région de Murcie ont été construits dans la première décennie de stations d'épuration modernes du XXIème siècle où la haute technologie mise au point, en remplacement obsolètes usines de traitement des eaux usées pour le système de lagunage, dans certains cas, applique ancienne étangs miniers sont encore principalement utilisés comme réservoirs à usage agricole de l'eau qui a été purifiée précédemment. Le but de cet article est de montrer, par la collecte des informations disponibles, que certains de ces sites sont devenus des refuges naturalisés et de la faune, avec la présence d'espèces en voie de disparition, qui ont été déclarées comme zones humides d'importance internationale internationale, et donc considéré comme un modèle de développement durable qui concilie la purification de l'eau et de l'utilisation agricole ultérieure, la conservation de la biodiversité.

**Mots clés:** Purification de l'eau, de l'irrigation, l'agriculture, le développement durable, la conservation, la biodiversité.

### 1. INTRODUCCIÓN

La puesta en marcha y desarrollo del nuevo Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (2007-2015) persigue el definitivo cumplimiento del Real Decreto-Ley 11/1995 que pretende contribuir a alcanzar el buen estado ecológico de las masas de agua que la Directiva Marco del Agua propugna para el año 2015, con objeto de conseguir un desarrollo socioeconómico equilibrado y ambientalmente sostenible.

Uno de los retos de este nuevo Plan, es generalizar sistemas eficaces de depuración y redes de saneamiento que conduzcan todas las aguas residuales a las depuradoras, en particular para muchas aglomeraciones urbanas de pequeño tamaño (< 2.000 habitantes). Por ello, aunque el porcentaje en carga contaminante de este conjunto de poblaciones es pequeño en comparación con las grandes aglomeraciones urbanas, su elevado número, supone uno de los retos más importantes del nuevo Plan Nacional de Calidad de las Aguas.

Mediante reutilización se obtienen anualmente en España más de 200 hm<sup>3</sup>, utilizados fundamentalmente para riego, cuya aplicación se localiza en las franjas costeras mediterránea y suratlántica y en los archipiélagos.

En la Región de Murcia, se crea la Entidad Regional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales (ESAMUR) mediante la Ley 3/2000, de 12 de julio, de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales e Implantación del Canon de Saneamiento, adscrita a la Consejería de Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, con la tarea de recaudar y gestionar el Canon de Saneamiento, aplicando estos recursos económicos, desde su creación en julio de 2002, a la explotación, mantenimiento y control de las instalaciones públicas de saneamiento y depuración de aguas residuales.

Mediante convenios suscritos con los diferentes Ayuntamientos de la Región, que ostentan la titularidad de las infraestructuras, la Entidad asume la gestión y el control de las instalaciones de saneamiento y depuración existentes y las que las diferentes

administraciones construyen en el marco del Plan General de Saneamiento de la Región de Murcia.

La organización y las funciones de ESAMUR están reguladas por el Decreto 90/2002, de 24 de Mayo, que aprobó sus estatutos. Estas funciones pueden agruparse en los siguientes apartados:

- Gestión y administración del Canon de Saneamiento.
- Explotación y mantenimiento de las instalaciones públicas de depuración cuya gestión se le encomiende.
- Control y seguimiento de los resultados de la depuración de aguas residuales y fangos.
- Construcción, rehabilitación y mejora de las instalaciones a su cargo.
- Inspección del Canon de Saneamiento aplicado a vertidos industriales a redes de alcantarillado.
- Divulgación, experimentación e innovación en materia de depuración de aguas residuales.

Según ESAMUR (2013), la población residente en los 45 municipios murcianos se distribuye en 727 núcleos de población de muy diferente magnitud, siendo la población diseminada 113.402 habitantes. Estos núcleos, entre los que se incluyen barriadas, pedanías, núcleos rurales, etc., se agrupan a los efectos de recogida y tratamiento de sus aguas residuales en Aglomeraciones Urbanas, según el término acuñado por la Directiva Europea 91/271 CEE que recoge las directrices sobre depuración de aguas residuales.

En diciembre 2011 existen en la Región de Murcia a estos efectos 221 Aglomeraciones Urbanas a las que corresponden las magnitudes que refleja la tabla 1.

Tabla 1. Aglomeración urbana y rendimiento de los sistemas de depuración en Murcia.

<b>Aglomeraciones urbanas</b>	<b>Número de aglomeraciones</b>	<b>Volumen generado hm<sup>3</sup></b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Habitantes equivalentes</b>	<b>%</b>
Con sistema de saneamiento y depuración adecuado	118	115,08	1.343.963	1.746.002	98,7
Sin saneamiento o con sistema en proyecto	103	1,08	12.704	17.710	0,1

Fuente: ESAMUR (2013).

El objetivo de este trabajo es recopilar, organizar y exponer la información disponible sobre los valores socioeconómicos y ambientales que caracterizan a los humedales de las lagunas de Campotéjar y de las lagunas de las Moreras, destacando aquellos criterios por los que fueron declarados como Humedal de Importancia Internacional, quedando adscritos al Convenio Ramsar. Por otro lado, se justifica que este nuevo hábitat lacustre, creado y mantenido por la acción del hombre, puede ser

considerado un modelo de sostenibilidad ambiental, económica y social. Para ello, se ha procedido a la recopilación de la bibliografía disponible sobre éstos espacios.

Si bien son muy numerosos los estudios relacionados con el uso de humedales artificiales para depuración de aguas residuales (Capellades *et al.*, 2002; García *et al.*, 1997; García & Mujeriego, 1997; Mitchell *et al.*, 1996; etc.), así como las experiencias en creación y manejo de humedales artificiales (Fornés y Llamas, 2003; Molina y Castro, 2003; Paracuellos, 2003; Palomino, 1996, etc.), no existen estudios que valoren los resultados posteriores, es decir, la importancia que éstos enclaves adquieren desde el punto de vista económico y ambiental, así como la compatibilización de ambos (Ballesteros *et al.*, 2008).

## **2. CONSERVACIÓN DE HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL**

Los problemas que afectan al medio ambiente son objeto, desde hace algunas décadas, de honda preocupación en multitud de foros internacionales. España participa hoy en 50 de los más de 80 tratados internacionales multilaterales vigentes en materia de medio ambiente.

En 1975 entró en vigor la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Convención de Ramsar), cuyo objetivo fundamental es “la conservación y el uso racional de los humedales, a través de la acción nacional y mediante la cooperación internacional, a fin de contribuir al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo” (Unesco, 1994).

A fecha de 1 de octubre de 2013 son 168 países las Partes Contratantes que han declarado 2.161 Sitios como Humedales de Importancia Internacional, abarcando una superficie de 205.681.158 hectáreas (Ramsar, 2013). Desde 1982 en España se han declarado 63 Sitios, con una superficie de 281.768 hectáreas.

En la Región de Murcia se han declarado como Sitio Ramsar la Laguna del Mar Menor en 1994, y más recientemente, el 7 de enero de 2011, las lagunas de Campotéjar y de las Moreras, reconociendo así la aportación de estos tres enclaves a la conservación de la naturaleza y el compromiso de las administraciones, regional y estatal, para hacer compatible su conservación con el desarrollo racional de sus recursos.

De ésta manera, la depuración de agua residual en modernas depuradoras y su almacenamiento en los antiguos estanques de lagunaje, previo a su uso para riego agrícola, pone en valor un modelo de desarrollo sostenible, donde es posible depurar el agua, conservar una porción del territorio con importantes valores naturales y utilizar esa agua para regadío, generando empleo y riqueza en toda una comarca.

### **2.1. LAGUNAS DE CAMPOTEJAR**

El Sitio Ramsar de las lagunas de Campotéjar tienen una superficie de 61,10 hectáreas localizadas en el Sureste de la Península Ibérica, Región de Murcia, término municipal de Molina de Segura (figura 1), concretamente en el denominado

paraje de Campotéjar Baja, entre la autovía N-301, el Km 435 de la línea férrea Madrid-Cartagena y el canal del trasvase Tajo-Segura.

Figura 1. Localización de las lagunas de Campotéjar<sup>1</sup>.



Fuente: Elaboración propia

<sup>1</sup> Tomando como base las coordenadas UTM referidas al Huso 30, del sistema de referencia ETRS 89 y utilizando de fondo la Ortoimagen del vuelo Natmur 2008, de la Dirección General de Medio Ambiente de la Consejería de Presidencia de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Este espacio integra en sus límites la cabecera de la rambla del Salar Gordo y cinco balsas artificiales, con una superficie de 225.415 m<sup>2</sup>, construidas inicialmente para depurar las aguas residuales de Molina de Segura, y que almacenan hoy agua depurada para regadío. El complejo lagunar se encuentra naturalizado por el desarrollo de un cinturón de carrizal en gran parte de su perímetro.

Se encuentran situadas en una depresión margosa con suelos altamente salinos que es atravesada por la rambla del Salar Gordo. Las lagunas de Campotejar están formadas por cinco balsas construidas inicialmente para la depuración del agua residual del municipio de Molina de Segura, que actualmente funcionan como depósitos reguladores para uso agrícola de un agua que es tratada previamente aplicando la tecnología de fangos activos, de doble etapa y tratamiento terciario. El complejo lacustre se encuentra naturalizado, con el desarrollo de un cinturón perilagunar de carrizo que ocupa gran parte de sus orillas.

Las lagunas están formadas por cinco estanques artificiales, donde, con el paso del tiempo, se han depositado limos sobre los que crece una orla de carrizal. La extensión, profundidad y carácter ligeramente salino de sus aguas favorece la presencia de aves acuáticas, entre las que domina el grupo de las anátidas, entre las que destaca por su grado de amenaza mundial la población nidificante de Malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) y Cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) y por su amenaza en el contexto europeo el Porrón pardo (*Aythya nyroca*) como invernante.

A su vez, la cabecera de la rambla del Salar Gordo presenta diversos hábitats incluidos en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE, formaciones vegetales características de saladar húmedo.

### 2.1.1. FUNCIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA

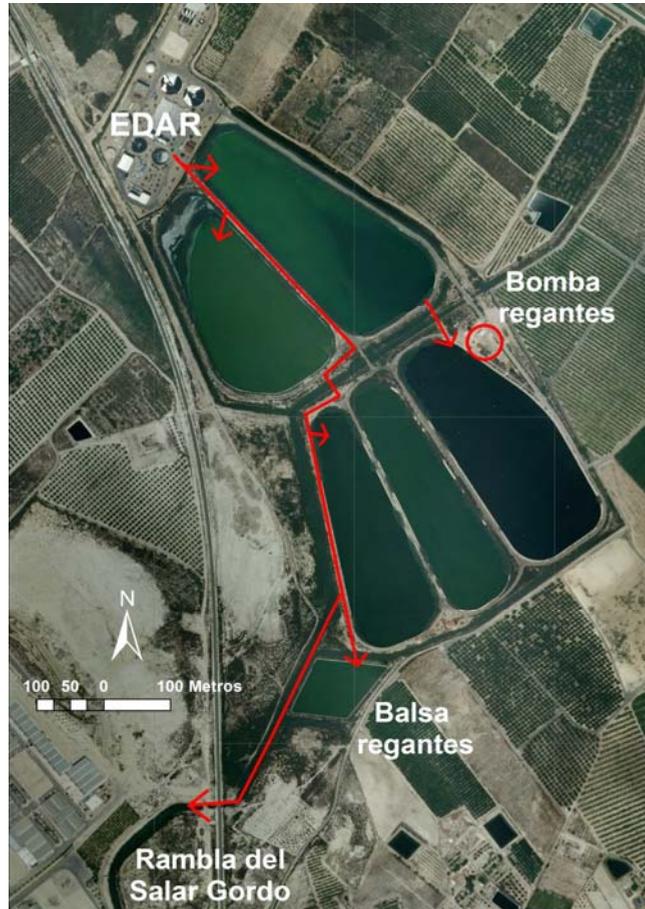
La Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) mediante el sistema de lagunaje de Campotéjar estuvo funcionando a lo largo de la década de los 90, cesando su actividad a mediados de 2005, cuando se pone en marcha la nueva EDAR, con una capacidad de depuración de 25.000 m<sup>3</sup>/día, para una población estimada en 290.000 habitantes. Actualmente, su diseño le permite tener una capacidad de depuración de 4.403.544 m<sup>3</sup>/anuales, para una población de 146.383 personas.

El agua residual se somete a un proceso de Decantación Primaria, tratamiento Secundario de fangos activos - Decantación + Coagulación + Floculación + Filtros de arena + Desinfección Ultravioleta, lo que permite obtener un rendimiento de depuración del 99,10 % de sólidos en suspensión, del 97,20 % de DQO y del 97,90 % de DBO<sub>5</sub> (ESAMUR, 2013).

Finalmente, el agua es almacenada en las balsas de las lagunas que han experimentado un proceso de naturalización con el desarrollo de una amplia cobertura de carrizal en sus orillas. El agua circula entre las diferentes balsas en función de su capacidad de llenado (figura 2) hasta que es utilizada para diferentes usos, principalmente el agrícola por la Comunidad de Regantes de Campotéjar y el

Heredamiento de Regantes de Molina de Segura que riegan con ella cultivos de melocotón, albaricoque, vid y cítricos.

Figura 2. Circulación de agua en las Lagunas de Campotéjar<sup>2</sup>.



Fuente: Elaboración propia.

<sup>2</sup> Tomando como base las coordenadas UTM referidas al Huso 30, del sistema de referencia ETRS 89 y utilizando de fondo la Ortoimagen del vuelo Natmur 2008, de la Dirección General de Medio Ambiente de la Consejería de Presidencia de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

El caudal depurado, según consta en la Resolución de la Confederación Hidrográfica del Río Segura de 21/05/2005, es de 5.612.778 m<sup>3</sup>/año y ha sido concedido para atender las necesidades de las entidades demandantes, en su mayor parte tres comunidades de regantes, que juntas tienen concedidas el uso del 80,4 % del total del agua depurada (tabla 2).

Tabla 2. Concesión del agua depurada en la EDAR de Molina de Segura.

ENTIDAD	Concesión m <sup>3</sup> /año	%	Uso del agua	Superficie regable (ha)
Comunidad de Regantes de Campotéjar	3.227.402	57,5	Riego agrícola	3.356,14
Heredamiento de Regantes de Molina	1.025.599	18,3	Redotación regadío tradicional	1.884,00
Proceba Exterior S.A.	257.988	4,6	Redotación regadío	87,93
Ayuntamiento de Molina de Segura	101.789	1,8	Riego parques y jardines	22,00
Confederación Hidrográfica del Segura	1.000.000	17,8	Caudal ecológico Río Segura	-

Fuente: Elaboración a partir de la Resolución de la Confederación Hidrográfica del Segura de 21 de mayo de 2005.

### 2.1.2. IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Las lagunas de Campotejar han sido declaradas como Humedal de Importancia Internacional por cumplir 3 criterios:

- a. Presencia de especies y/o hábitats asociados a ambientes húmedos que se encuentran amenazados en un contexto biogeográfico supranacional y por tanto, están catalogados en las máximas categorías de amenaza de la UICN, Catálogo Nacional, Libros Rojos Mundial y Nacional. (tabla 3).

Tabla 3. Especies catalogadas.

Taxones	LEGISLACIÓN		DOCUMENTOS TÉCNICOS	
	Directiva Aves (49/79/CEE)	Catálogo Español de Especies Amenazadas (R.D. 139/2011)	Lista Roja Mundial (UICN 2010)	Libro Rojo de España (UICN 2004)
Garcilla cangrejera <i>Ardeola ralloides</i>	Anexo I	Vulnerable		
Cerceta pardilla <i>Marmaronetta angustirostris</i>	Anexo I	En Peligro	Vulnerable	En peligro Crítico
Pato colorado <i>Netta Rufina</i>	Anexo II			Vulnerable
Porrón pardo <i>Aythya nyroca</i>	Anexo I	En Peligro		En Peligro Crítico
Malvasía cabeciblanca <i>Oxyura leucocephala</i>	Anexo I	En Peligro	En Peligro	En Peligro
Agachadiza común <i>Gallinago gallinago</i>				En Peligro
Archibebe común <i>Tringa totanus</i>				Vulnerable
Pagaza piconegra <i>Gelochelidon nilotica</i>	Anexo I	En Régimen de Protección Especial		Vulnerable
Fumarel cariblanco <i>Chlidonias hybridus</i>	Anexo I	En régimen de Protección Especial		Vulnerable
Fumarel común <i>Chlidonias niger</i>	Anexo I	En Peligro		Vulnerable
Carricerín real <i>Acrocephalus melanopogon</i>	Anexo I	En régimen de Protección Especial		Vulnerable
Escribano palustre <i>Emberiza schoeniclus</i>	-	En régimen de Protección Especial		Vulnerable

Fuente: Elaboración propia a partir de Robledano *et al.*, (2006); Ballesteros (2009); Ballesteros *et al.*, (2010) y Guardiola (2010).

- b. Presencia de hábitats asociados a ambientes húmedos código 1510 “Estepas salinas mediterráneas del orden *Limonieta*, que se encuentran amenazados en un contexto biogeográfico supranacional y por tanto, se encuentra catalogado en la mayor categoría de amenaza de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, Libros Rojos Nacionales, etc. y/o son hábitats prioritarios del Anexo I de la Directiva Hábitats.
- c. Sustenta de una manera regular el 1% de los individuos de una población biogeográfica de una especie de ave acuática determinada, entendiéndose por “de manera regular”, según los criterios de Wetlands

internacional (2006), que durante los últimos 5 años se ha superado, en al menos 3 de ellos, el umbral del 1%.

Las lagunas de Campotéjar sustentan de manera regular más del 1% de las poblaciones del Mediterráneo occidental de Malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) (tabla 4).

Tabla 4. Número máximo anual de Malvasía cabeciblanca (*O. leucocephala*).

Criterio 1% de Wetlands International (2006)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
25 ejemplares	15	243	224	78	195	157	209	152	130

Fuente: Elaboración propia a partir de Dirección General de Medio Ambiente (2012).

Cabe destacar que la población mundial de esta anátida se considera inferior a 10.000 ejemplares, de los que no más de 2.500 a 3.000 ejemplares se encuentran en el Mediterráneo occidental, repartidos entre España, Marruecos, Argelia y Túnez (Madroño *et al.*, 2005). En las lagunas de Campotéjar se han llegado a producir, en 2006, concentraciones superiores al 10 % de la población del Mediterráneo occidental, lo que convierte a este enclave, al menos en determinados periodos, en un humedal básico para su supervivencia.

## 2.2. LAS LAGUNAS DE LAS MORERAS

El Sitio Ramsar de las lagunas de las Moreras tienen una superficie de 72,25 hectáreas localizadas en el sureste de la Península Ibérica, al sur de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, en el Término Municipal de Mazarrón y a unos 2 km de la localidad de Bolnuevo.

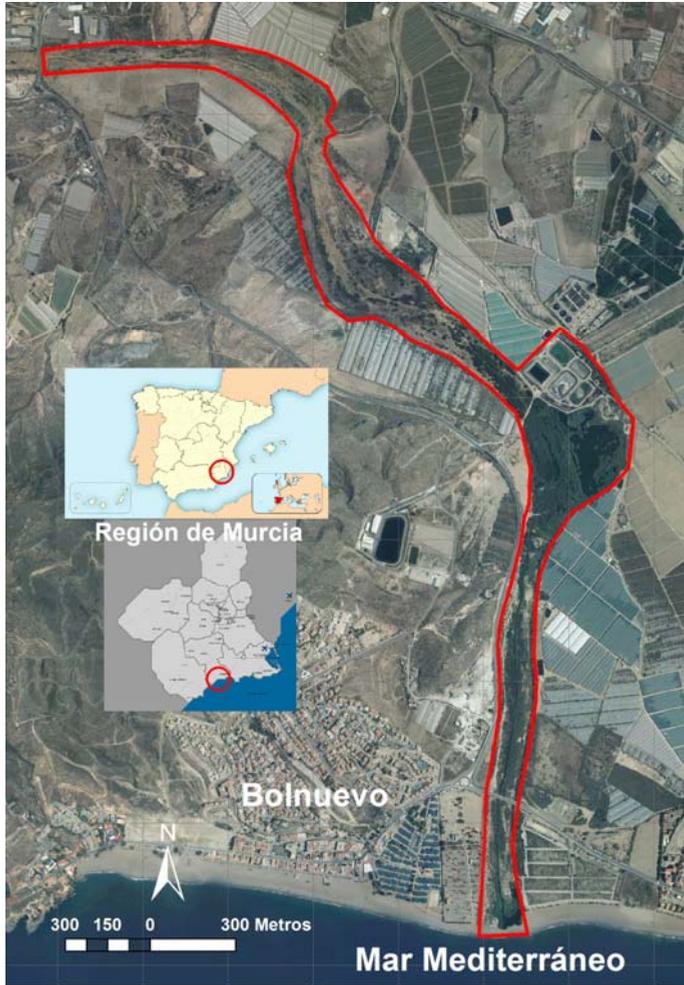
Está formado por 2 lagunas, una en la antigua depuradora de aguas residuales de lagunaje y la otra junto al cauce de la rambla de las Moreras que almacenan agua de forma permanente por los aportes de una moderna depuradora de aguas residuales que la vierte previamente depurada.

En sus orillas se ha desarrollado una extensa e inaccesible orla de carrizal y tarayal. En la cabecera de las lagunas se desarrollan formaciones halófilas típicas del mediterráneo español, que incluyen diversos hábitat de interés comunitario.

Las lagunas se han convertido en un lugar importante de invernada, migración y reproducción de numerosas especies de aves acuáticas, entre las que destaca por su grado de amenaza mundial la nidificación de la Malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) y la Cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) y por su amenaza en el contexto europeo el Porrón pardo (*Aythya nyroca*), presente durante el invierno. El Sitio Ramsar está formado además por el cauce de la rambla de las Moreras desde

el puente de las Moreras hasta la desembocadura (figura 3).

Figura 3. Localización de las lagunas de las Moreras<sup>3</sup>.



Fuente: Elaboración propia.

<sup>3</sup> Tomando como base las coordenadas UTM referidas al Huso 30, del sistema de referencia ETRS 89 y utilizando de fondo la Ortoimagen del vuelo Natmur 2008, de la Dirección General de Medio Ambiente de la Consejería de Presidencia de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

### 2.2.1. FUNCIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA

La Estación Depuradora de Aguas Residuales mediante el sistema de lagunaje de Mazarrón estuvo funcionando a lo largo de la década de los 90, cesando su actividad en 2005, cuando se pone en marcha la nueva EDAR, con una capacidad de depuración de 15.000 m<sup>3</sup>/día, para una población de unos 15.000 habitantes. Actualmente, su diseño le permite tener una capacidad de depuración de 2.060.308 m<sup>3</sup>/anuales, para una población de 15.150 personas (ESAMUR, 2013).

Figura 4. Circulación del agua dulce y del agua salobre<sup>4</sup>.



Fuente: Elaboración propia

<sup>4</sup> Tomando como base las coordenadas UTM referidas al Huso 30, del sistema de referencia ETRS 89 y utilizando de fondo la Ortoimagen del vuelo Natmur 2008, de la Dirección General de Medio Ambiente de la Consejería de Presidencia de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Al proceso de depuración se le aplica una tecnología de Fangos Activos-Aireación Prolongada + Coagulación + Floculación + Filtro de anillas + Desinfección Ultravioleta (figura 5).

El agua residual se depura aplicando una tecnología de Fangos Activos – Aireación Prolongada + Coagulación + Floculación + Filtro de Anillas + Desinfección Ultravioleta, lo que permite obtener un rendimiento de depuración del 98,60 % de sólidos en suspensión, del 94,50 % de DQO y del 98,80 % de DBO<sub>5</sub>.

Actualmente, hay en funcionamiento dos líneas de depuración independientes cuyos efluentes vierten a balsas almacenadoras diferentes (figura 4):

- 1) Agua residual del pueblo de Mazarrón, con escaso grado de salinidad que, tras su depuración es derivada directamente a la balsa de la Comunidad de Regantes de Mazarrón.
- 2) Agua residual del Puerto de Mazarrón, que por su elevado grado de salinidad no es apta para uso agrario, por lo que tras su depuración, circula por la balsa de la antigua depuradora de lagunaje y posteriormente es vertida al humedal de la Gravera de las Moreras, cuyo aliviadero vierte a la rambla de las Moreras.

La estratégica localización de éste humedal, situado a pocos kilómetros de localidades como Bolnuevo, que un elevado turismo de países del norte de Europa, hace que se desarrolle un incipiente turismo de naturaleza con fines de observación principalmente de aves y/o fotografía de la naturaleza.

### 2.2.2. IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Las lagunas de las Moreras han sido declaradas como Humedal de Importancia Internacional por cumplir 3 criterios:

- 2) Presencia de especies y/o hábitats asociados a ambientes húmedos que se encuentran amenazados en un contexto biogeográfica supranacional y por tanto, están catalogados en diferentes categorías de amenaza de la UICN, Catálogo Nacional y Libros Rojos (tabla 5).
- 3) Presenta un número apreciable de endemismos asociados a ambientes húmedos, por lo que sustenta especies animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada. En concreto, uno de los criterios por los que las lagunas de las Moreras fueron declarados como Humedal de Importancia Internacional fue por la presencia de 3 especies endémicas de coleópteros (Moreno *et al.*, 1997; Sánchez-Fernández *et al.*, 2003):
  - *ebriion baeticus*: endemismo ibérico.
  - *hthebius cuprencens*: endemismo iberoafricano.
  - *Ohthebius tacpasensis*: endemismo iberoafricano.

Tabla 5. Especies catalogadas.

Taxones	LEGISLACIÓN		DOCUMENTOS TÉCNICOS	
	Directiva Aves (49/79/CEE)	Catálogo Español de Especies Amenazadas (R.D. 139/2011)	Lista Roja Mundial (UICN 2010)	Libro Rojo de España (UICN 2004)
<b>AVIFAUNA</b>				
Garcilla cangrejera <i>Ardeola ralloides</i>	Anexo I	Vulnerable		
Cerceta común <i>Anas crecca</i>		En Régimen de Protección Especial		Vulnerable
Cerceta carretona <i>Anas querquedula</i>				Vulnerable
Cerceta pardilla <i>Marmaronetta angustirostris</i>	Anexo I	En Peligro	Vulnerable	En peligro Crítico
Pato colorado <i>Netta Rufina</i>	Anexo II			Vulnerable
Porrón pardo <i>Aythya nyroca</i>	Anexo I	En Peligro		En Peligro Crítico
Malvasía cabeciblanca <i>Oxyura leucocephala</i>	Anexo I	En Peligro	En Peligro	En Peligro
Agachadiza común <i>Gallinago gallinago</i>				En Peligro
Archibebe común <i>Tringa totanus</i>				Vulnerable
Fumarel cariblanco <i>Chlidonias hybridus</i>	Anexo I	En régimen de Protección Especial		Vulnerable
Fumarel común <i>Chlidonias niger</i>	Anexo I	En Peligro		Vulnerable
Carricerín real <i>Acrocephalus melanopogon</i>	Anexo I	En régimen de Protección Especial		Vulnerable
Escribano palustre <i>Emberiza schoeniclus</i>	-	En régimen de Protección Especial		Vulnerable
<b>OTROS VERTEBRADOS</b>				
Taxones	Directiva Hábitats (92/43/CEE)	Catálogo Español de Especies Amenazadas (R.D. 139/2011)	Lista Roja Mundial (UICN 2010)	Libro Rojo de España (UICN 2004)
Fartet <i>Aphanius Iberus</i>	Anexo II	En Peligro		En Peligro
Anguila <i>Anguilla anguilla</i>				Vulnerable
Galápago leproso <i>Mauremys leprosa</i>	Anexo II-IV			Vulnerable

Fuente: Elaboración propia a partir de Robledano *et al.*, (2006); Balesteros (2009) y Guardiola (2010).

A los que hay que sumar la presencia del Fartet (*Aphanius Iberus*), pez endémico de la Península ibérica:

- 4) Sustenta de una manera regular el 1% de los individuos de una población biogeográfica de una especie de ave acuática determinada, entendiendo por “de manera regular”, según los criterios de Wetlands internacional (2006), que durante los últimos 5 años se ha superado, en al menos 3 de ellos, el umbral del 1%.

Las lagunas de las Moreras sustentan de manera regular más del 1% de las poblaciones del Mediterráneo occidental de Malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) (tabla 6).

Tabla 6. Número máximo anual de Malvasía cabeciblanca (*O. leucocephala*).

Criterio 1% de Wetlands Internacional (2006)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
25 ejemplares	1	29	61	43	39	35	27	21	21

Fuente: Elaboración propia a partir de Dirección General de Medio Ambiente (2012).

### 3. CONCLUSIONES

La depuración de aguas residual mediante modernas depuradoras, sus usos posteriores, principalmente agrícola y los valores naturales generados en las balsas de almacenamiento de Campotéjar (Molina de Segura) y Moreras (Mazarrón), ambas en la Región de Murcia, permiten afirmar que estas lagunas artificiales cumplen una doble función: Por una parte, social y económica al actuar como reservorios de agua depurada para uso en cultivo de regadío, además de presentar un incipiente desarrollo de actividades de turismo ornitológico, fotografía de la naturaleza y educación ambiental. Por otra parte, una función ecológica, como humedales de Importancia Internacional, al haber propiciado el desarrollo de ecosistemas de agua dulce o salobre en cuyo entorno se desarrollan diferentes hábitat de interés, algunos catalogados como prioritarios en la Unión Europea, la presencia de invertebrados endémicos y de un pez, también endémico, en las lagunas de las Moreras y por la presencia de especies de aves, algunas de ellas mundialmente amenazadas.

Los bienes y servicios proporcionados por éstos humedales pueden ser considerados indicadores de un modelo de sostenibilidad que compatibiliza la regeneración de un recurso muy escaso en la Región de Murcia (el agua), con su aprovechamiento económico (agricultura irrigada) y social (turismo, educación

ambiental), y con la diversificación de un ambiente natural semiárido (nuevos hábitat acuáticos) que han sido merecedores de reconocimiento internacional.

El hecho de que estos humedales, con estructura y alimentación artificial, sea enclaves de importancia internacional, entre otros valores naturales, por determinadas especies de aves acuáticas, está directamente asociado a la sustitución del sistema de depuración por lagunaje, implantado en la geografía mediterránea ibérica a lo largo de los años 80 y hoy obsoleto, por sistemas de alta tecnología que permiten obtener agua adecuada para riego, su almacenamiento en balsas de la antigua estación depuradora de aguas residuales y su posterior naturalización.

El modelo de sostenibilidad, consistente en la depuración del agua-conservación de la naturaleza-explotación del recurso hídrico, que se ha generado por la mano del hombre en éstos humedales, puede ser considerado como modelo para impulsar iniciativas similares en instalaciones donde sistemas de depuración más modernos y eficaces sustituyen a obsoletos sistemas por lagunaje, contribuyendo así a la conservación del territorio por la ampliación de la red de humedales en el Sureste peninsular y al consiguiente enriquecimiento de la biodiversidad.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- BALLESTEROS, G.A. (2009). *Programa de Seguimiento Biológico de Avifauna en Humedales de la Región de Murcia*. Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. 135 pp.
- BALLESTEROS, G.A.; MUÑOZ, A. (2010). *Ficha de Información Ramsar de las Lagunas de Campotéjar*. Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. 18 pp.
- BALLESTEROS, G.A.; GONZALEZ, C.; PICALET. (2008). *Ficha de Información Ramsar de las Lagunas de Campotéjar*. Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. 17 pp.
- CAPELLADES, M.; RIVERA, M.; SAURÍ, D. (2002). Luces y sombras en la gestión de la demanda urbana de agua: el caso de la Región Metropolitana de Barcelona. *III Congreso Ibérico de Planificación y Gestión de Aguas*. Fundación Nueva Cultura del Agua. Sevilla. 13-17 Noviembre de 2002.
- DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE (2012). *Evolución de la malvasía cabeciblanca y cerceta pardilla en la Región de Murcia*. Dirección General de Medio Ambiente. Consejería de Presidencia. 13 pp.
- ESAMUR (2013). *Aguas residuales en la Región de Murcia*. Entidad de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia.
- FORNÉS, J.M.; LLAMAS, M.R. (Eds.) (2003). *Conflictos entre el desarrollo de las aguas subterráneas y la conservación de los humedales: litoral mediterráneo*. Fundación Marcelino Botín & Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 390 pp.
- GARCÍA J.; MUJERIEGO R. (1997). Humedales construidos de flujo superficial para tratamiento terciario de aguas residuales urbanas en base a la creación de nuevos ecosistemas. *Tecnoambiente*, 75, 37-42.

- GARCÍA J., RUIZ A. y JUNQUERAS P. (1997). Depuración de aguas residuales mediante humedales construidos. *Tecnología del Agua*, 165, 58-65.
- GUARDIOLA, A. (2010). *La Malvasía cabeciblanca (Oxyura leucocephala)*. Anuario Ornitológico de la Región de Murcia.
- MADROÑO, A.; GONZÁLEZ, C.; ATIENZA, J.C. (Eds.). (2005). *Libro Rojo de las Aves de España*. DGB (MIMAM) & SEO/BirdLife, Madrid.
- SITIOS RAMSAR EN EL MUNDO <<http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-home/main/ramsar>> [Consulta 12 de noviembre de 2013].
- MOLINA, F.; CASTRO, H. (2003). *El plan andaluz de humedales*. En *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (coord. Mariano Paracuellos Rodríguez). Instituto de Estudios Almerienses, pp. 77-83
- PALOMINO, J. (1996). *Diseño de humedales artificiales par a el tratamiento de aguas residuales*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química.
- PARACUELLOS, M. (2003). *Ecología, manejo y conservación de humedales*. Instituto de Estudios Almerienses.
- ROBLEDANO, F.; CALVO, J.F.; HERNANDEZ, V. (2006). *Libro Rojo de los Vertebrados de la Región de Murcia*. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- SÁNCHO, C.; MORENO, D. (Coordinadores) (2005). *Estudio y caracterización de los humedales del municipio de Molina de Segura*. Ayuntamiento de Molina de Segura. Murcia.
- UICN. (2004). *Lista Roja de las Aves de España*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- UICN (2010). *Lista Roja de Especies Amenazadas*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- WETLANDS INTERNATIONAL (2006). *Waterbird population estimates, 4th edition*. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.