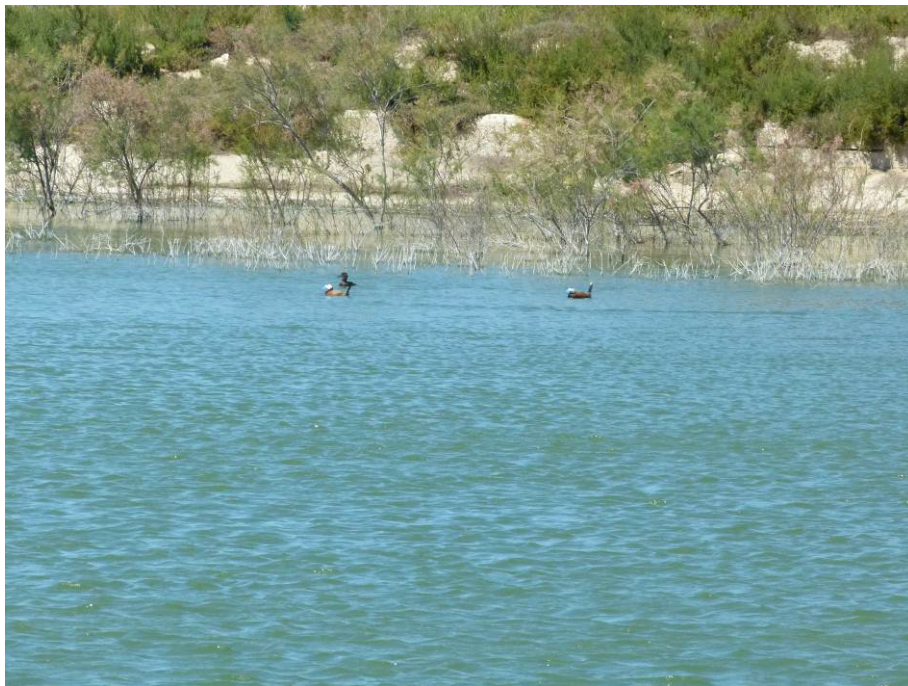




Proyecto LIFE09/NAT/000516 Conservación de
Oxyura leucocephala en la Región de Murcia
<<http://www.lifemalvasiamurcia.es>>

ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LOS HUMEDALES DONDE SE REPRODUCE LA MALVASÍA CABECIBLANCA Y SU COMPATIBILIZACIÓN CON EL USO AGRÍCOLA

ESTABLECIMIENTO DE DIRECTRICES DE COMPATIBILIDAD ENTRE USO AGRÍCOLA Y CONSERVACIÓN DE MALVASÍA CABECIBLANCA EN EL LARGO PLAZO



SEPTIEMBRE 2013



ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Preámbulo.....	1
1.2.	Antecedentes.....	3
1.3.	OBJETIVOS.....	4
2.	MATERIAL Y MÉTODOS	5
2.1.	Determinación de las necesidades de recursos hídricos en los humedales objeto del proyecto.....	5
2.2.	Establecimiento de escenarios para la demanda.....	5
2.2.1.	Planteamiento de escenarios.....	6
3.	RESULTADOS	8
3.1.	Preámbulo de la gestión hídrica desde los humedales.....	8
3.1.1.	Disponibilidad y producción desde las EDAR.....	8
3.1.2.	Necesidades y demanda hídrica por parte de los regantes.....	10
3.2.	Escenarios de disponibilidad hídrica.....	10
3.2.1.	Escenario base o tendencial: estabilidad en la demanda de recursos hídricos.....	12
3.2.2.	Escenario alternativo 1: aumento desmesurado de la demanda hídrica.....	14
3.2.3.	Escenario Alternativo 2: Disminución acusada de la demanda hídrica.....	17
4.	RECOMENDACIONES DE GESTIÓN Y MANEJO	20
4.1.	Consideraciones generales.....	20
4.2.	Control de Flujos Hidrológicos.....	24
4.3.	Vegetación perilagunar.....	30
4.4.	Parámetros Físico-Químicos.....	31
4.5.	Mantenimiento.....	31
5.	CONCLUSIONES	33
6.	BIBLIOGRAFÍA	34



Índice de Tablas

Tabla 1. Repartición de las aguas depuradas almacenadas en las lagunas de Campotéjar	10
Tabla 2. Repartición de las aguas depuradas almacenadas en las lagunas de Alhama	10
Tabla 3. Dirección y sentido que puede alcanzar el vector de cambio “Demanda hídrica”	12
Tabla 4. Relación de volúmenes hídricos necesarios para garantizar el hábitat hidráulico de la Malvasía cabeciblanca en sus humedales. Periodo no reproductor.....	20
Tabla 5. Relación de volúmenes hídricos necesarios para garantizar el hábitat hidráulico de la Malvasía cabeciblanca en sus humedales. Periodo reproductor.....	21
Tabla 6. Equivalencias de volumen de las pérdidas diarias de profundidad en las Lagunas de Campotéjar.....	23
Tabla 7. Equivalencias de volumen de las pérdidas de profundidad en las Lagunas de las Moreras	23
Tabla 8. Equivalencias de volumen de las pérdidas de profundidad en las Lagunas de Alhama	23

Índice de Figuras

Figura 1. Protocolo utilizado para el establecimiento de escenarios de demanda hídrica	7
Figura 2. Relación entre pluviometría anual y demanda hídrica para el riego.....	11

Índice de Imágenes

Imagen 1. Situación ideal durante el periodo reproductor.....	22
Imagen 2. Obstrucción de las conducciones observadas en las lagunas de Campotéjar	32



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Preámbulo

Los humedales, atendiendo a la definición que la Convención RAMSAR, se consideran todas aquellas “áreas de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan”. Más concretamente, se definen también como humedales “aquellas zonas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

La lista de beneficios que aportan estos sistemas al ser humano y a su entorno es significativamente extensa: recarga y descarga de acuíferos, control de avenidas, control de la erosión, ayuda en la estabilización de la línea de costa, retención de sedimentos, tóxicos y nutrientes, estabilización de microclimas, reservorios hídricos, exportación de biomasa y recursos de vida silvestre, actividades recreativas y turismo, etc., sin mencionar los productos que aportan al conjunto de la sociedad (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2000). Entre toda esta serie de beneficios, destacan los altos niveles de biodiversidad que son capaces de acoger, constituyendo auténticos santuarios para la fauna y flora autóctona, especialmente en la Región de Murcia, donde debido a las condiciones climáticas semiáridas, junto con otros factores de presión, representan espacios singulares a nivel ecológico, paisajístico y cultural. No es de extrañar que a estos espacios aparezcan ligados numerosos Hábitats de Interés Comunitario (D. Hábitats 92/43/CEE), así como numerosas especies de fauna amenazadas a nivel mundial y nacional, tales como la Cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), el Fartet (*Aphanius iberus*), el Porrón pardo (*Aythya nyroca*) o la Garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*).

Entre este selecto grupo de especies que habitan en los humedales de la Región de Murcia destaca la Malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), una especie de anátida que cuenta con numerosos distintivos de amenaza a nivel mundial, nacional y regional, considerándose como una especie **En Peligro de Extinción**.



Proyecto LIFE09/NAT/000516 Conservación de
Oxyura leucocephala en la Región de Murcia
<<http://www.lifemalvasiamurcia.es>>

Esta especie, de la que a finales de la década de 1970 sólo quedaban 22 ejemplares refugiados en la laguna de Zóñar (Córdoba), aparece desde el año 2000 en la Región de Murcia, siendo citada por primera vez en el embalse de Santomera (Núñez, 2002). Paulatinamente, la especie fue apareciendo en diversos humedales murcianos; en 2003 fue citada por primera vez en las lagunas del Cabezo Beaza, en 2004 aparece en las lagunas de Campotéjar (Molina de Segura) y las lagunas de las Moreras (Mazarrón), en 2005 en las lagunas de Alhama de Murcia y en 2010 en la Depuradora de Alguazas (Ballesteros *et al.*, 2013).

Tres de estos humedales, además de acoger anualmente a la Malvasía cabeciblanca, poseen especial relevancia por albergar la reproducción continuada de esta especie; las lagunas de Campotéjar desde el año 2005, las lagunas de las Moreras, desde el año 2006 y las lagunas de Alhama de Murcia desde el año 2008, que constituyen los humedales objeto del Proyecto LIFE09/NAT/ES/000516 Conservación de la Malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) en la Región de Murcia.

La peculiaridad de estos humedales radica en que se trata de complejos artificiales cuya existencia está fuertemente ligada al ser humano. En los tres casos, se trata de lagunas artificiales cuyo uso inicial estaba destinado al tratamiento y almacenaje de aguas residuales urbanas, que con los avances tecnológicos y la sustitución por modernos sistemas de depuración, se han visto naturalizados, lo que ha permitido desarrollar una sucesión ecológica cuyas principales consecuencias han sido el establecimiento de diversas colonias de organismos ligados al medio acuático. Otras similitudes que comparten estos espacios son la fuente de abastecimiento hídrico, procedente de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), y su relación con el abastecimiento para la agricultura, pues estas antiguas balsas de lagunaje suponen en la actualidad auténticos reservorios hídricos para su posterior uso en el riego agrícola, urbano (parques y jardines) y ecológico.



1.2. Antecedentes

La Comisión de las Comunidades Europeas aprobó en agosto de 2010 una ayuda financiera a la Consejería de Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (cuyas competencias recaen en la actualidad en la Consejería de Presidencia) a favor del Proyecto LIFE09/NAT/000516, denominado “Conservación de *Oxyura leucocephala* en la Región de Murcia”. La Dirección General de Medio Ambiente de la Región de Murcia, como beneficiaria de éste proyecto, tiene la obligación de ejecutar las acciones propuestas en él dentro del periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2010 y el 1 de septiembre de 2014.

Los trabajos que integran la acción A.4 denominada “Estudio de los recursos hídricos de los humedales donde se reproduce la Malvasía cabeciblanca y su compatibilización con el uso agrícola”, consisten en realizar estudios específicos de las aguas de las 3 ubicaciones objeto de la propuesta, ya que actualmente se desconocen las características de las mismas.

La compatibilización de la conservación de las lagunas con el uso agrícola es una prioridad en los objetivos de gestión de la Malvasía cabeciblanca en la Región de Murcia, puesto que el apoyo de los agentes sociales implicados en su gestión es necesaria para asegurar la supervivencia en el largo plazo de la especie. Por ello es necesario, previa determinación de las necesidades hídricas del humedal, establecer las condiciones de aprovechamiento de las aguas, dependientes de los objetivos de conservación.

Se incluyen en este estudio los resultados obtenidos del trabajo correspondiente a la acción A.4, que se distribuye en 3 estudios:

1. Caracterización de los complejos lagunares que conforman el hábitat de la Malvasía cabeciblanca en la Región de Murcia
2. Relación entre los parámetros hídricos de los cuerpos de agua y la presencia de *Oxyura leucocephala*
3. Establecimiento de directrices de compatibilidad entre uso agrícola y conservación de Malvasía cabeciblanca en el largo plazo



El presente informe corresponde al tercer estudio, de establecimiento de directrices para compatibilizar el uso del agua y su gestión con la conservación de la Malvasía cabeciblanca en el largo plazo en los humedales de las lagunas de Alhama de Murcia, las lagunas de Las Moreras en Mazarrón y las Lagunas de Campotéjar en Molina de Segura.

1.3. OBJETIVOS

El objetivo principal del desarrollo de la acción A.4 “*Estudio de los recursos hídricos de los humedales donde se reproduce la Malvasía cabeciblanca y su compatibilización con el uso agrícola*”, es analizar las aguas donde está presente la Malvasía cabeciblanca dentro del ámbito del Proyecto LIFE+, así como el entorno de los humedales, para conocer los valores de los parámetros que las caracterizan y establecer relaciones con la mayor o menor presencia de la especie, y también para mejorar el hábitat para la Malvasía cabeciblanca en la medida de lo posible.

La principal finalidad de este tercer estudio es “**Establecer una serie de directrices y recomendaciones de la gestión y el uso de los recursos hídricos en los humedales objetivo del proyecto, con el fin de garantizar un desarrollo compatible con la conservación de la Malvasía cabeciblanca**”.

Esta meta principal se puede desglosar en una serie de objetivos secundarios u operacionales, que se resumen en:

- **Determinar las necesidades de los recursos hídricos para garantizar la integridad ecológica de cada uno de los humedales objeto del proyecto LIFE+.**
- **Establecer distintos escenarios en función de las demandas hídricas en cada uno de los humedales, para evaluar los posibles impactos en la población de la Malvasía cabeciblanca.**
- **Plantear consideraciones generales del manejo de los recursos hídricos, así como medidas y protocolos específicos para cada uno de los escenarios descritos.**



2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Determinación de las necesidades de recursos hídricos en los humedales objeto del proyecto

Las necesidades en cuanto a recursos hídricos se han determinado a partir de los datos existentes relativos a las características limnológicas y morfométricas necesarias para garantizar la presencia de la Malvasía cabeciblanca. Estos datos han quedado reflejados en el informe “ESTUDIO DE LA RELACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS CON LA PRESENCIA DE MALVASÍA CABECIBLANCA”, y las necesidades están fundamentadas en la amplia bibliografía existente sobre el tema, así como en la experimentación y la recogida de datos *in situ*.

Este tipo de medios de determinación se denominan MÉTODOS HIDROBIOLÓGICOS y consisten en la generación de modelos basados en las respuestas de determinadas especies objetivo frente a las condiciones hidrológicas y de hábitat (Sánchez y Viñals, 2012). Este método es bastante apropiado en casos como el que nos compete, pues la designación del interés de los humedales objeto de estudio radica en la presencia de la Malvasía cabeciblanca, cuyas necesidades de habitabilidad están previamente documentadas.

2.2. Establecimiento de escenarios para la demanda

El establecimiento de escenarios se hace fundamental para establecer consideraciones y proponer pautas de manejo, pues la conservación de los humedales donde habita la Malvasía cabeciblanca en la Región de Murcia comparten uso con las demandas para el riego en la agricultura.

La integridad del hábitat hidráulico, entendiéndose como tal el determinado por parámetros como la profundidad, la superficie y el flujo hidráulico (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010), depende de la disponibilidad de recursos hídricos en el humedal. Por este motivo es necesario establecer escenarios en la demanda de aguas, variable que afectará a todos aquellos factores relacionados con la hidrología, y por tanto, a todos aquellos componentes abióticos y bióticos dependientes de las condiciones hídricas.



Proyecto LIFE09/NAT/000516 Conservación de
Oxyura leucocephala en la Región de Murcia
<<http://www.lifemalvasiamurcia.es>>

Dado que la demanda de agua para el riego depende del año hidrológico y climatológico en la cuenca de captación de agua, y que estas variables, aunque se conocen los datos estadísticos históricos, son difíciles de predecir, se hace necesario el planteamiento de escenarios para los posibles cambios en las disponibilidades de recursos hídricos del humedal.

2.2.1. Planteamiento de escenarios

Para establecer los escenarios, lo primero que debemos tener en cuenta es la tipología de escenario que se desea obtener. En este caso, dado que pretendemos establecer directrices de manejo apropiadas para los recursos hídricos, se opta por el planteamiento de escenarios cualitativos, pues estos determinarán en cada caso que medidas deberán tomarse en cada caso.

El siguiente paso es indagar en el conocimiento que se tiene de cada uno de los humedales, y establecer así los principales factores que afectan a la integridad de todos los aspectos ecológicos del humedal. A estos se les denomina comúnmente como **vectores de cambio o fuerzas motrices**, y se trata de aquellos capaces de infundir cambios en el estado del humedal. En este caso se considera inicialmente como vectores de cambio en los humedales la **climatología** y la **demanda hídrica para el riego**.

El siguiente paso para la descripción de nuestros escenarios es analizar la variabilidad que pueden aportar los vectores de cambio, o lo que es lo mismo, predecir la evolución que pueden, y observar en qué sentido pueden desplazar la integridad del humedal.

Una vez descritos estos parámetros, se analizará por separado cada uno de los factores, y la dirección en la que pueden desplazar el escenario, combinando aquellos con mayor posibilidad lógica de ocurrir, concentrándose en aquellas de mayor fuerza.

En último lugar, se analizarán las posibles situaciones de demanda que se podrían encontrar en el futuro, y se expondrá la situación en cada uno de los escenarios alternativos planteados. Así, el proceso metodológico a seguir en el planteamiento de estos escenarios se resume en los siguientes pasos:

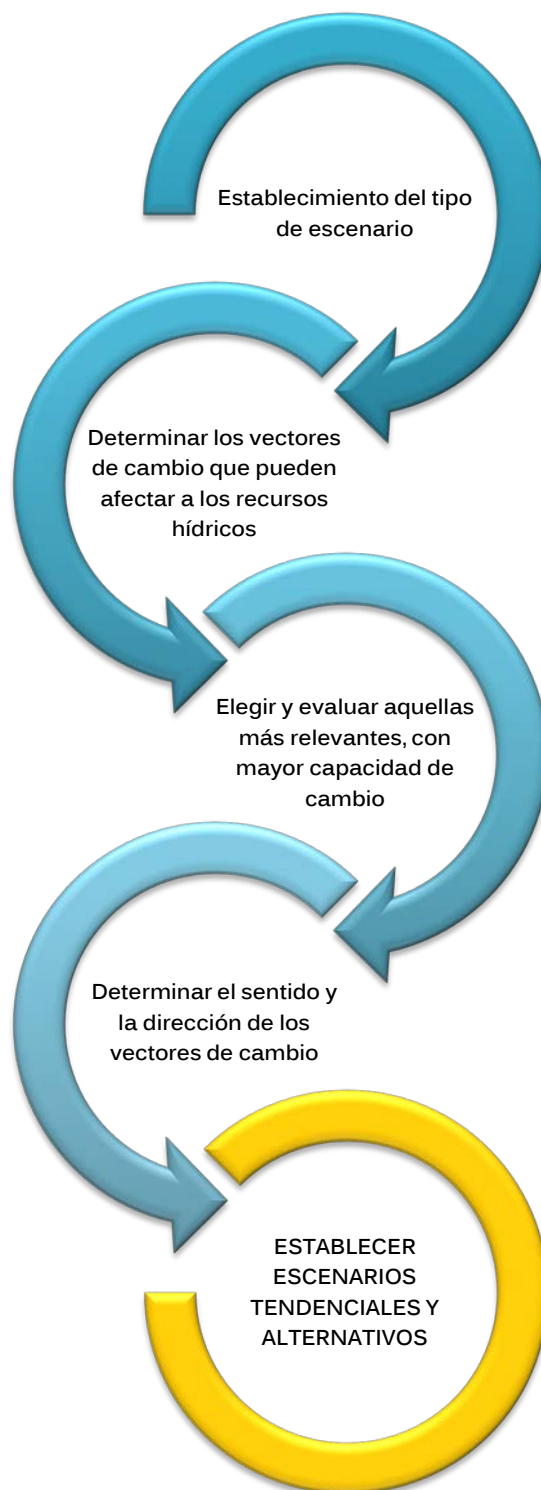


Figura 1. Protocolo utilizado para el establecimiento de escenarios de demanda hídrica



3. RESULTADOS

3.1. Preámbulo de la gestión hídrica desde los humedales

3.1.1. Disponibilidad y producción desde las EDAR

El caudal influente que entra al circuito hidrológico de los humedales objeto de este estudio procede del tratamiento de las aguas residuales urbanas de modernas EDAR localizadas en los municipios de Molina de Segura (L. Campotéjar), Mazarrón (L. Moreras) y Alhama de Murcia (L. Alhama o L. de las Salinas).

EDAR Molina-Norte (Lagunas de Campotéjar)

El proceso de lagunaje, por el que se depuraban las aguas residuales del municipio de Molina de Segura, configuraba el principal uso de este humedal durante la década de los 90, hasta el año 2002, donde los procesos biológicos se encargaban de sanear las aguas en estas lagunas de tipo anaerobias y facultativas, enclavadas en una depresión margosa que antaño albergaba estepas salinas.

Con la puesta en marcha del Plan General de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia, y con la finalidad de satisfacer las necesidades ambientales y sanitarias del municipio, se pone en marcha la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) Molina-Norte, gestionada por la Entidad Regional de Saneamiento y Depuración de Aguas (ESAMUR), con una capacidad de depuración de diseño de 9.125.000 m³/año y una población equivalente de 146.000 habitantes. En esta estación el agua recibe el siguiente tratamiento, a través del que se producen aguas con una calidad aceptable para su uso en el riego o como caudal ecológico.

Decantación Primaria, Fangos Activos -Decantación + Coagulación + Flocculación + Filtros de arena + Desinfección Ultravioleta.

EDAR Mazarrón Nueva (Lagunas de las Moreras)

Este humedal se localiza en las instalaciones de la antigua depuradora del municipio de Mazarrón, donde las aguas residuales eran tratadas a través de un sistema compuesto por 4 balsas de lagunaje. Este proceso estuvo en marcha desde la década de los 80



Proyecto LIFE09/NAT/000516 Conservación de
Oxyura leucocephala en la Región de Murcia
<<http://www.lifemalvasiamurcia.es>>

hasta el año 2005, cuando fue sustituido a través del Plan General de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia por la moderna EDAR Mazarrón-Nueva, con una mayor capacidad de rendimiento, capacidad de diseño para depurar 5.475.000 m³ anuales y servir a una población equivalente de 15.000 habitantes.

Junto a ésta se localiza la gravera de la Rambla de las Moreras, una antigua gravera de extracción de áridos, modificada en la década de 1970 con la finalidad de retener las aguas residuales procedentes de la antigua depuradora del municipio de Mazarrón, uso que sustentaba exclusivamente hasta hace escaso tiempo.

Con respecto al tratamiento que tiene lugar en la EDAR, según informa la empresa gestora de la depuración de las aguas, el proceso establecido, que permite producir aguas con calidad apta para su posterior uso en agricultura y como caudal ecológico de las lagunas y el cauce de la Rambla de las Moreras es el siguiente:

***Fangos activos – Aireación prolongada + Coagulación + Floculación + Filtro de Anillas
+ Desinfección Ultravioleta***

EDAR Alhama de Murcia (Lagunas de Alhama)

Dos de las lagunas que componen el humedal fueron utilizadas a lo largo de la década de los 90, y hasta el año 2003, como estanques de depuración por lagunaje, sistema mediante el que se depuraban las aguas residuales municipales. Es en ese mismo año cuando se pone en marcha la moderna EDAR Alhama de Murcia, a través del Plan General de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia, con la finalidad de satisfacer las necesidades ambientales y sanitarias en cuanto a calidad de las aguas y vertidos a cauce. Esta nueva infraestructura es capaz de producir un efluente tratado de 1.971.000 m³ anuales, en torno a unos 5.000 m³ diarios, y servir a una población equivalente estimada de 24.000 personas.

En esta estación el agua recibe el siguiente tratamiento, a través del que se producen aguas con una calidad aceptable para su uso en el riego o como caudal ecológico.

***Fangos activos – Aireación prolongada + Filtros de arena cerrados + Desinfección
ultravioleta***



3.1.2. Necesidades y demanda hídrica por parte de los regantes

En la actualidad la demanda hídrica desde los humedales que conforman el hábitat reproductor de la Malvasía cabeciblanca está estimada según las dotaciones de agua que se muestran en la Tabla 1, referente a las lagunas de Campotéjar, y la Tabla 2 relativa al humedal de las lagunas de Alhama.

Tabla 1. Repartición de las aguas depuradas almacenadas en las lagunas de Campotéjar

Receptor	Dotación (m ³ /año)	Uso
Heredamiento de Regantes de Molina de Segura	2.025.099	Regadío tradicional
Proceba Exterior	257.988	Regadío
Ayuntamiento de Molina de Segura	101.789	Riego de Parques y jardines del casco urbano
Comunidad de Regantes de Campotéjar	3.227.402	Regadío
Caudal Ecológico	1.000.000	Mantenimiento ecológico del Río Segura
TOTAL	6.612.278 m³	

Tabla 2. Repartición de las aguas depuradas almacenadas en las lagunas de Alhama

Receptor	Dotación (m ³ /año)	Uso
Comunidad de Regantes de Alhama de Murcia	883.662	Regadío tradicional
TOTAL	883.662 m³	

3.2. Escenarios de disponibilidad hídrica

Para el planteamiento de los escenarios futuros de disponibilidad hídrica, en función de lo expuesto en el apartado de metodología, se han considerado como principales vectores de cambio o fuerzas motrices la **demanda hídrica para el riego y la climatología**.

No se observa una tendencia clara con respecto al uso de los recursos hídricos del humedal, pues esta varía entre otros aspectos, por las precipitaciones anuales. La relación entre la pluviometría y la demanda hídrica para el riego se establece del siguiente modo:

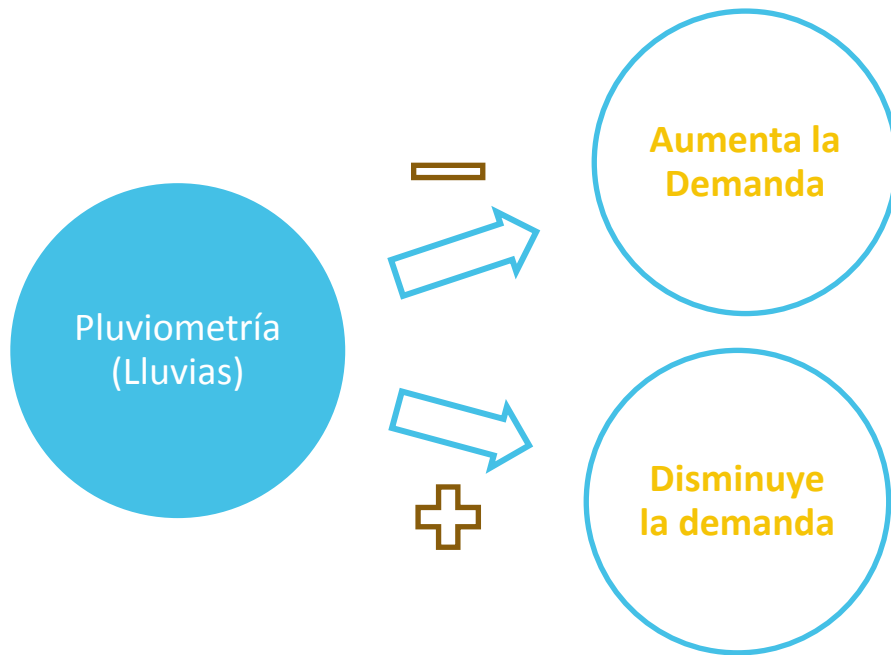


Figura 2. Relación entre pluviometría anual y demanda hídrica para el riego

Así durante los años con mayor precipitación, y por tanto mayor disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca del Segura, el uso de estas aguas es menor, pues a diferencia de la que se capta en la cuenca del Segura, las procedentes de los humedales donde habita la Malvasía cabeciblanca en la Región de Murcia tienen mayor salinidad y por tanto menor calidad para la agricultura. Por el contrario, los años con menor precipitación, y periodo de sequía más prolongado en el tiempo, la demanda de agua desde las EDAR y los humedales objeto del estudio es mayor, y por consiguiente la extracción de aguas también es significativamente mayor.

Dada la estrecha relación que existe entre nuestras principales fuerzas motrices, se considera la **Demanda hídrica para el riego la principal fuerza motriz de cambio en estos humedales**. Esta consideración se formula debido a que a pesar de que es la pluviometría la que marca la tendencia de demanda, la variabilidad en la climatología es difícil de prever interanualmente. Además, la demanda hídrica puede estar influenciada por otros factores como una mayor puesta en cultivo de superficie, cambios en los cultivos por otros de mayor necesidad hídrica, o con mayor tolerancia a la salinidad, etc.



Seleccionado nuestro principal vector de cambio, es el momento de analizar las direcciones predecibles que tomará la demanda, y por tanto las consecuencias que tendrá sobre la integridad ecológica de la hidráulica de los humedales.

Se observan así tres posibles tendencias o direcciones que la demanda hídrica puede seguir en este humedal, como observamos en la Tabla 3.

Tabla 3. Dirección y sentido que puede alcanzar el vector de cambio “Demanda hídrica”

Vector de cambio	Tendencia	Condicionantes
DEMANDA HÍDRICA	Aumento en exceso	Sequía extrema, falta de recursos hídricos en la cuenca del Segura, puesta en cultivo de mayor superficie, cambio de cultivos por otros más halófilos o halotolerantes
	Estabilidad	Años con pluviometría predecible, con mayor aporte durante la primavera y el otoño y precipitaciones y temperaturas similares a los datos históricos
	Disminución	Años hidrológicos excesivamente lluviosos, con mayor disponibilidad de recursos hídricos

No se trata de plantear escenarios a largo plazo, sino los escenarios que muestren las posibilidades que los usuarios y gestores encargados del manejo de los recursos hídricos de estos humedales pueden encontrarse en función de la demanda, condicionada por los factores previamente considerados, con alta variabilidad temporal y espacial.

Expuestas estas consideraciones previas, se establecen 3 posibles escenarios para la demanda hídrica en los humedales objeto del proyecto: **1 escenario tendencial o base** y **2 escenarios alternativos**.

3.2.1. Escenario base o tendencial: estabilidad en la demanda de recursos hídricos

En este escenario, considerado como el escenario optimista, se plantea una situación ideal o estabilizada en la extracción de los recursos hídricos de los humedales, cuya



tendencia sea la de imitar el régimen natural de los ecosistemas acuáticos mediterráneos, con una variabilidad temporal que produce una disminución de la profundidad durante la estación seca, modificando consecuentemente las características hidrológicas del humedal (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010).

En este contexto, esta estabilidad se traduciría en disminuciones progresivas de la profundidad durante el periodo reproductor de la especie, de marzo a agosto, reiniciándose el proceso de recuperación una vez finalizado el punto máximo de estío, durante el otoño. Esta disminución es el resultado de una mayor evapotranspiración en las balsas, y de la extracción para el riego, que comienza a ser más frecuente con las altas temperaturas.

Lagunas de Campotéjar

En las lagunas de Campotéjar, debido a la variabilidad estructural de cada una de las cinco lagunas, se observan disminuciones progresivas en las balsas, con diferencias netas de entre 20 – 80 cm, es decir, desde las mediciones de abril hasta las de agosto, lo que supondría una pérdida media diaria aproximada de 0,5 cm en el caso de las balsas con mayores pérdidas, y de 0,13 cm en las de menor tasa de desagüe.

Lagunas de las Moreras

En este humedal, las pérdidas observadas en condiciones de estabilidad son poco significativas, manteniéndose la profundidad estable en la gravera, pues en este humedal las pérdidas se limitan a las condiciones climáticas y no a la demanda para riego. No obstante, sí que se observa una menor entrada debido a que durante el periodo estival, al haber mayor población en el Puerto de Mazarrón por el efecto estacional del turismo, el agua posee menor salinidad y mayor cantidad es utilizada para el riego, pues posee mejor calidad para ello.

Lagunas de Alhama

En las lagunas de Alhama, la resultante de este escenario es una disminución progresiva en las lagunas que conforman el complejo lacustre, provocando disminuciones que varían entre los 30 – 50 cm netos durante el periodo reproductor, tal como se ha observado en ocasiones previas. Esto supone una tasa de pérdida media aproximada de



0,32 cm por día en el caso de darse las mayores extracciones, y de 0,2 en el caso de las lagunas con menores pérdidas.

3.2.2. Escenario alternativo 1: aumento desmesurado de la demanda hídrica

La situación que plantea este escenario es negativa para la Malvasía cabeciblanca, por lo que se considera como un escenario de manejo pesimista. El punto de partida para alcanzar este escenario puede tener diverso origen, siendo las principales consideraciones por las que se opta las siguientes:

- Años de sequía extrema y prolongada, en los que la menor disponibilidad de recursos hídricos en embalses y cuencas de captación favorece la extracción de aguas de las lagunas donde se localiza la Malvasía cabeciblanca, así como una mayor captación desde las depuradoras, ya que aunque estas aguas son útiles para la agricultura, no son óptimas por su alto nivel de salinidad, que aumenta el pH de los suelos que se riegan con ellas (Pedrero *et al.*, 2007).
- Puesta en cultivo de mayor superficie en el entorno, que tendría como consecuencia una mayor demanda de agua para agricultura.
- Mejoras en los rendimientos de desalinización de aguas a través del desarrollo tecnológico, lo que supondría una mayor capacidad para desalar y posteriormente utilizar estas aguas.
- Introducción de cultivos con mayor tolerancia a la sal, que supondría también un mayor uso del agua de las lagunas donde habita la Malvasía cabeciblanca, con una salinidad notablemente más alta que la procedente de la cuenca del seguro.

En este contexto, se esperarían unas pérdidas en la profundidad bastante acusadas, especialmente durante la época reproductora de la Malvasía cabeciblanca, que tiene lugar desde marzo a agosto, con las consecuencias que ello tendría para sus puestas y nidos.

Las principales afecciones que tendrían lugar en este escenario de sequía y pérdida de profundidad de las balsas serían las amenazas a las puestas (huevos) y los pollos de Malvasía cabeciblanca. La reproducción de esta especie se vería intensamente perjudicada en este escenario, pues las disminuciones bruscas de nivel favorecen el



acceso de los predadores a los nidos, que se quedarían desprotegidos, poniendo en peligro las nuevas polladas y la época de reproducción.

Igualmente, se ha observado que durante la época reproductora, tanto los individuos adultos como las nuevas crías, se alejan de la zona central de los embalses donde habita, refugiándose en las zonas de mayor abundancia de carrizo (Fuentes-Sendín, 2005), perdiendo por tanto parte de su hábitat, que se vería especialmente agravado en caso de que la profundidad de las balsas disminuya por debajo de los 20 - 50 cm de profundidad, debido a las necesidades en este aspecto que tienen las aves buceadoras, siendo esta última la altura en la que se considera que la especie abandona los humedales por no ser aptos para la reproducción (Armengol *et al.*, 2008).

Lagunas de Campotéjar

La total desecación de este humedal, de más de 223.000 m², y una capacidad de almacenaje simultánea de más de 400.000 m³, combinado con la existencia de un influente continuo, se prevé como improbable.

A pesar de la dificultad que supondría la desecación total del humedal, sí existiría el riesgo de que algunas balsas se vacíen hasta profundidades que obliguen a la Malvasía cabeciblanca a abandonar el espacio, pues se ha comprobado en complejos de mayor tamaño que cuando las desecaciones parciales afectan a los sitios preferidos de esta especie, suelen abandonar el humedal y desplazarse hasta otras localizaciones (Armengol *et al.*, 2008).

Este último aspecto es fundamental en la dinámica poblacional de la Malvasía cabeciblanca a mayor escala territorial, pues se ha observado que la reproducción está relacionada con los niveles hídricos en humedales naturales y seminaturales de Comunidades Autónomas y regiones próximas (Andalucía y Comunidad Valenciana), siendo mayor cuando la disponibilidad hídrica en estos enclaves es menor y viceversa (Ballesteros *et al.*, 2013). Por tanto, en un escenario de sequía pronunciada, con los humedales del entorno mediterráneo en niveles bajos, mantener el humedal de mayor importancia para la reproducción de la especie en la Región de Murcia en condiciones hidrológicas inadecuadas podría tener una repercusión muy negativa para el conjunto de



la población del Mediterráneo Occidental, de la cual ha llegado a albergar hasta el 1% del total.

Lagunas de las Moreras

En este humedal, al igual que ocurre en las lagunas de Campotéjar, la probabilidad de desecación total es muy baja, pues los altos valores de salinidad (5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) limitan su potencial uso por las consecuencias que tendría en los suelos irrigados con estas aguas. La probabilidad de que alguna de las lagunas se desecara hasta niveles alarmantes para la Malvasía cabeciblanca estaría relacionada con aspectos como el mantenimiento de las infraestructuras.

Las consecuencias esperadas en esta situación se consideran igual de graves que las del humedal de las lagunas de Campotéjar.

Lagunas de las Alhama

En este humedal, tal como se ha podido comprobar en periodos previos, el riesgo de desecación parcial es bastante elevado, debido a su pequeño tamaño y capacidad de almacenaje, que favorecen la evapotranspiración de las aguas. A este factor hay que añadir la mayor tasa de bombeo desde las lagunas, pues la calidad de las aguas en lo que se refiere a salinidad es bastante alta, siendo más apta para el riego.

Consideraciones generales

En el conjunto de los humedales, la situación esperada en este escenario tiene numerosas similitudes.

En primer lugar, la integridad ecológica de los humedales para la conservación de la Malvasía cabeciblanca se vería afectada a nivel biótico, pues uno de los principales condicionantes para que la Malvasía cabeciblanca se establezca en un humedal es la cantidad de alimento del mismo, (Green *et al.*, 1999; Fuentes-Sendín, 2005; Armengol *et al.*, 2008; Atiénzar *et al.*, 2012) conformada principalmente por larvas de quironómidos que se acumulan en los fondos (Sánchez *et al.*, 2000). Estos invertebrados de la familia de los dípteros son especialmente importantes en el periodo reproductor (Green, 2000) por la fuente de proteínas que suponen para el crecimiento de los pollos.



El comportamiento hidrológico y la calidad de los recursos hídricos en este caso influiría negativamente en las comunidades de este invertebrado bentónico, pues en un escenario de sequía como el planteado, con disminución abrupta de los niveles hídricos, la cantidad de biomasa de larvas disminuye (Green y Hilton, 1998; Fuentes-Sendín, 2005), ligada tanto a la pérdida de profundidad como a la brusquedad de los cambios.

Estas comunidades pueden también verse alteradas por las modificaciones en la integridad físico-química de las aguas, pues al disminuir la profundidad aumenta la conductividad eléctrica y la salinidad, la cual disminuye la cantidad de biomasa de estos invertebrados (Green y Hilton, 1998).

Continuando con la descripción de este escenario potencial de la integridad del humedal a nivel físico-químico, se esperarían disminuciones en la tasa de renovación, y por tanto, menores concentraciones de oxígeno disuelto, y mayor concentración de sólidos en suspensión, lo que produciría, junto con una disminución de la profundidad, una mayor tasa de sedimentación (Green *et al.*, 1999), y por tanto un acorte de la vida útil de la infraestructura lagunar, al acelerarse los procesos inductores de la colmatación de las lagunas.

Por último, es necesario hacer mención a las afecciones resultantes en la vegetación perilagunar, conformada por el carrizo, pues las disminuciones abruptas en los niveles, especialmente si se producen durante finales del mes de julio (Avers *et al.*, 2007). Los periodos largos de sequía pueden igualmente deteriorar estas comunidades vegetales, tal como se ha observado en humedales de similares características ecológicas, como el caso del Parque Natural de El Hondo, en Alicante (Fuentes-Sendín, 2005). Por consecuente, el aumento de la salinidad resultante afectaría también negativamente en el carrizo, y con ello en la presencia de la Malvasía cabeciblanca, pues se destruiría su hábitat de nidificación y el principal refugio de la avifauna en el humedal.

3.2.3. Escenario Alternativo 2: Disminución acusada de la demanda hídrica

Este escenario, aunque se plantea ligeramente positivo con respecto al escenario de exceso en la demanda, se considera como un escenario alternativo igualmente negativo. El origen del exceso en la oferta de recursos hídricos puede tener su origen principalmente en la falta de bombeo de aguas para el riego, bien por tener años



hidrológicos con precipitaciones excepcionalmente altas, bien por el abandono parcial o total de las explotaciones agrícolas que se abastecen de las aguas de estos humedales, o por la sustitución de las fuentes de abastecimiento.

Lagunas de Campotéjar

Es de esperar en este escenario un aumento de los niveles de profundidad de las aguas, pues a mayor disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca del Segura, menor extracción desde las balsas y la EDAR, entrando todo el efluente disponible en el complejo lagunar. A este aspecto hay que añadir el hecho de que los picos de descarga se producen durante los meses estivales, cuando tiene lugar la actividad industrial conservera en el municipio de Molina de Segura.

Como se ha podido observar de forma puntual durante los trabajos del proyecto, cuando los niveles aumentan considerablemente, se produce un alivio de las balsas por sobrellenado, saltando el agua por las orillas, llegando incluso a inundar los caminos circundantes entre las lagunas y el sendero peatonal establecido.

Tal como se comentaba en el escenario de exceso de demanda, si estas variaciones en los niveles se producen de forma brusca, podrían tener repercusión negativa en parámetros ecológicos como la abundancia de quironómidos o la vegetación perilagunar, pues la anegación de los tallos e individuos de menor porte puede acabar con la muerte de los mismos (Avers *et al.*, 2007). Una degradación en la orla de vegetación podría traer consigo consecuencias poco deseadas, como la afección a las comunidades de invertebrados y con ello a la cadena trófica, así como la pérdida del hábitat de las especies más sensibles del humedal.

Pero sin duda, el mayor problema sería si estas subidas de nivel instantáneas se produjesen durante el periodo reproductor de la Malvasía cabeciblanca, pues la subida del nivel podría tener como consecuencia la inundación de los nidos, y con ello una pérdida de las puestas de la temporada.

Otro de los aspectos que se vería comprometido en esta situación sería la integridad físico-química del humedal de las Lagunas de Campotéjar. Independientemente de la cantidad de materia orgánica de los caudales de entrada en las lagunas desde la EDAR, al haber más profundidad, disminuiría el oxígeno a lo largo de la columna de agua,



Proyecto LIFE09/NAT/000516 Conservación de
Oxyura leucocephala en la Región de Murcia
<<http://www.lifemalvasiamurcia.es>>

disminuyendo así el nivel de autodepuración (Seoánez-Calvo, 1999), especialmente en las lagunas de mayor profundidad.

Lagunas de las Moreras

Las consecuencias en este humedal serían similares a las producidas en las lagunas de Campotéjar, aunque debido a la conexión directa de todo el circuito hidrológico, y a la menor demanda de agua desde la EDAR por su salinidad, se vería menos afectado. Especial mención merece la inundación de los nidos, que se postula como la principal amenaza en este escenario, pues durante los meses en los que tiene comienzo la puesta de los huevos por parte de la Malvasía cabeciblanca (abril – junio) en los nidos, la salinidad del influente a las lagunas es mayor, y por tanto la captación para el riego es menor, a lo que hay que añadir la precipitación del periodo primaveral.

Lagunas de Alhama

En las lagunas de Alhama, el escenario esperado es similar a la de las lagunas de Campotéjar. En este aspecto, la demanda no caería tan acusadamente como en el caso del humedal molinense, pues la salinidad registrada en las aguas de este humedal es menor, haciendo por tanto el agua más apta para el riego y menos perjudicial para el suelo agrícola.



4. RECOMENDACIONES DE GESTIÓN Y MANEJO

Una vez estudiados los principales factores y escenarios posibles de demanda, con capacidad de influir sobre el estado de los humedales donde habita la Malvasía cabeciblanca en la Región de Murcia y afectar a esta parte de su población a nivel regional y nacional, se hace necesario establecer unas consideraciones o directrices de manejo que deben seguirse para la adecuada conservación de estos humedales. Estas indicaciones están fundamentadas en el **PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN**, como medio para realizar una gestión sostenible de las aguas de estos humedales que permita conservar las funciones ecológicas de los mismos.

4.1. Consideraciones generales

Dada la variabilidad en la selección del hábitat por la Malvasía cabeciblanca en función del periodo de su ciclo biológico, tal como se ha constatado en estudios previos (Paracuellos, 2001; Green, 2000; Fuentes-Sendín, 2005; Atiénzar *et al.*, 2012). Por este motivo, las consideraciones generales deben tomarse en función de la época, indiferentemente del escenario planteado. Así, existirá variabilidad en el manejo durante la época reproductora, que abarca el periodo comprendido entre los meses de marzo y agosto, y el resto del año, cuando la especie presenta menores requisitos ecológicos.

1. Los niveles hídricos de los humedales donde se encuentra la Malvasía cabeciblanca deberán mantener una profundidad mínima en cada una de sus balsas de al menos 30 cm. Esto se traduce en los volúmenes aproximados que se indican en la Tabla 4.

Tabla 4. Relación de volúmenes hídricos necesarios para garantizar el hábitat hidráulico de la Malvasía cabeciblanca en sus humedales. Periodo no reproductor

Humedal	Laguna	Superficie lagunar (m ²)	Volumen equivalente (m ³)
Lagunas de Campotéjar	1	48.900	14.670
Lagunas de Campotéjar	2	56.500	16.950
Lagunas de Campotéjar	3	54.500	16.350
Lagunas de Campotéjar	4	38.600	11.580
Lagunas de Campotéjar	5	38.200	11.460



Humedal	Laguna	Superficie lagunar (m ²)	Volumen equivalente (m ³)
Lagunas de las Moreras	Nueva	19.000	5.700
Lagunas de las Moreras	Gravera	49.600	14.880
Lagunas de Alhama	1	14.500	4.350
Lagunas de Alhama	Nueva	17.900	5.370
Lagunas de Alhama	3	15.000	4.500

2. Esta profundidad deberá ser mayor durante el periodo reproductor de la especie, que comprende desde marzo a agosto, hasta alcanzar 50 cm de profundidad en cada una de las balsas, altura a la que la lámina alcanza buena parte del carrizo (ver Imagen 1). Por este motivo, en la gravera de las lagunas de las Moreras, se toma como altura mínima el metro de profundidad. Estos volúmenes totales quedan reflejados en la Tabla 5.

Tabla 5. Relación de volúmenes hídricos necesarios para garantizar el hábitat hidráulico de la Malvasía cabeciblanca en sus humedales. Periodo reproductor

Humedal	Laguna	Superficie lagunar (m ²)	Volumen equivalente (m ³)
Lagunas de Campotéjar	1	48.900	24.450
Lagunas de Campotéjar	2	56.500	28.250
Lagunas de Campotéjar	3	54.500	27.250
Lagunas de Campotéjar	4	38.600	19.300
Lagunas de Campotéjar	5	38.200	19.100
Lagunas de las Moreras	Nueva	19.000	9.500
Lagunas de las Moreras	Gravera	49.600	49.600
Lagunas de Alhama	1	14.500	7.250
Lagunas de Alhama	Nueva	17.900	8.950
Lagunas de Alhama	3	15.000	7.500

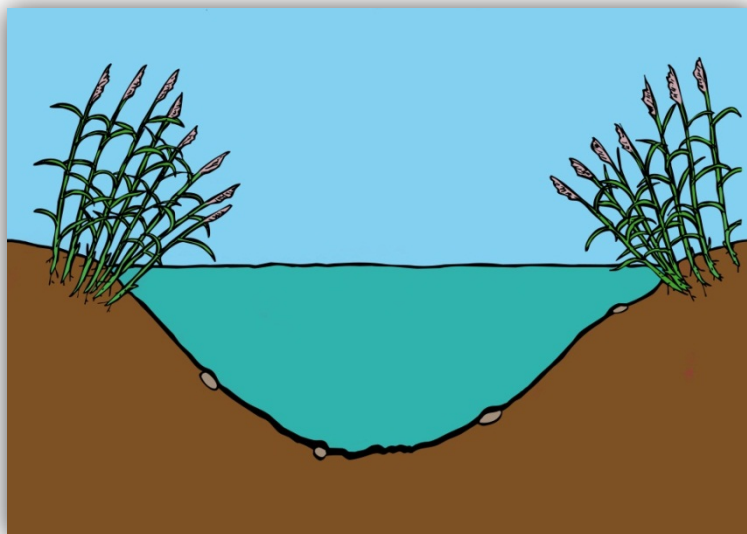


Imagen 1. Situación ideal durante el periodo reproductor

3. Dado que las puestas de los huevos por parte de las hembras, con un promedio de entre 5-6 huevos por puesta, suelen tardar en eclosionar 22-24 días (Gordienko *et al.*, 1986; Hughes *et al.*, 2006) entre los meses de abril y junio, es fundamental que el nivel no varíe de forma brusca en este periodo, y que con ello no queden expuestos ni se produzcan inundaciones en los nidos.
4. Utilizando como criterio la situación planteada en el escenario de estabilidad, y los valores medios obtenidos durante los periodos de estudios, estas variaciones se traducen en disminuciones para el periodo estival de entre 5 y 12 cm totales, correspondiéndose las más bajas con los humedales de mayor extensión (Lagunas 1, 2 y 3 de Campotéjar y Gravera de las Moreras), y las mayores con los de menor tamaño (lagunas 4 y 5 de Campotéjar, lagunas de Alhama y laguna nueva de las Moreras).
5. A nivel de extracciones o volumen medio perdido, sin tener en cuenta las entradas desde las EDAR, la pérdida de profundidad diaria se traduciría en los volúmenes de salida que se reflejan en las Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8, estimados según la superficie de cada una de las lagunas que componen los humedales.



Tabla 6. Equivalencias de volumen de las pérdidas diarias de profundidad en las Lagunas de Campotéjar

Laguna	Superficie (m ²)	Profundidad (m)	Volumen (m ³)
Laguna 1	48.900	0,0013	64
Laguna 2	56.500	0,0013	73
Laguna 3	54.500	0,0013	71
Laguna 4	38.600	0,005	193
Laguna 5	38.200	0,005	191
TOTAL			592

Tabla 7. Equivalencias de volumen de las pérdidas de profundidad en las Lagunas de las Moreras

Humedal	Laguna	Profundidad (m)	Volumen (m ³)
Laguna Nueva	19.000	0,002	38
Gravera	49.600	0,002	99
TOTAL			137

Tabla 8. Equivalencias de volumen de las pérdidas de profundidad en las Lagunas de Alhama

Laguna	Superficie (m ²)	Profundidad (m)	Volumen (m ³)
Laguna 1	14.500	0,002	29
Laguna 2	17.900	0,0032	57
Laguna 3	15.000	0,0032	48
TOTAL			134

6. Para garantizar la integridad ecológica de las aguas a todos los niveles (hidráulico, físico-químico, ecológico) se deberá favorecer la tasa de renovación de las aguas que componen los humedales, siendo estimada en un tiempo de permanencia hidrológica de alrededor de un mes.



4.2. Control de Flujos Hidrológicos

Lagunas de Campotéjar

Dado el complejo sistema de control hidráulico de las balsas que conforman este humedal. Para garantizar la integridad ecológica de todo el complejo lagunar y establecer homogeneidad en los parámetros físico-químicos, capaces de alterar la vegetación o la capacidad de alimento, se deberá favorecer la recirculación por las balsas a través de un circuito óptimo, que debe aproximarse a las siguientes directrices:

1. La repartición del efluente de salida desde la EDAR Molina Norte hasta el complejo lagunar deberá repartirse equitativamente, es decir, en función de su tamaño, entre las balsas que se abastecen directamente de esta fuente.
2. Se estiman los siguientes porcentajes, aunque esta cantidad puede variar en función de la idoneidad de la situación:
 - a. Laguna 2: **38%**
 - b. Laguna 3: **37%**
 - c. Laguna 5: **25%**
3. Estos porcentajes deberán variar en caso de disminución notable de la profundidad en alguna de las balsas, donde deberá primar la entrada de agua.
4. Igualmente, cuando se detecten calidades no óptimas desde la salida en la EDAR, con concentraciones anormales de sólidos en suspensión o salinidad, se deberá primar la entrada a las lagunas 3 y 5, pues éstas poseen mayor capacidad de autodepuración al poseer toma directa de salida para el riego.
5. Con respecto a la laguna 1, con menor capacidad de renovación y poco apta en la actualidad para las aves por la alta salinidad de sus aguas, se debe realizar una mayor circulación de las aguas, favoreciendo la entrada desde la laguna 2, y la salida desde la arqueta localizada en el extremo sur de la balsa.
6. Cuando se produzcan los periodos de escasez en la demanda, bien por la existencia de altas precipitaciones, bien por ser la época de menor tasa de riego, que tiene lugar durante el periodo otoñal e invernal, se favorecerá la salida a



- cauce ecológico, como medio para aliviar el excedente y mejorar la calidad de las aguas de las balsas.
7. Durante el periodo reproductor de la Malvasía cabeciblanca, de producirse un excedente de la oferta de las aguas del humedal, se recomienda optar por la circulación del agua a través de todo el circuito, y realizar un desagüe paulatino, con pequeños caudales, para evitar el desbordamiento de las balsas, y por tanto de los nidos.
 8. Las disminuciones en el nivel de las aguas deberán realizarse de forma suave y continuada, tal como ocurre de forma natural en los humedales mediterráneos.
 9. En casos de mayor sequía y menor disponibilidad, se favorecerá el flujo y la permanencia en las lagunas 2, 3, 4 y 5, pues la laguna 1 todavía no es totalmente apta para la reproducción de la Malvasía cabeciblanca, y se debe primar la conservación de su hábitat.
 10. En casos extremos de sequía y por tanto de demanda intensiva, es recomendable hacer una repartición del caudal de modo que se garantice el hábitat reproductor mínimo, establecido en 50 cm de profundidad, que es la altura mínima a la que el agua alcanza el carrizo en este humedal y las aves pueden formar sus nidos con seguridad.
 11. Cuando por motivos de gestión, sequía extrema o incidencias se necesite desecar parcialmente el humedal, se realizará atendiendo al régimen de perturbación natural, a finales del periodo estival, coincidiendo con el fin del periodo reproductor de la Malvasía cabeciblanca.
 12. Estas desecaciones parecen aumentar la concentración de nutrientes al producirse la compactación de los sedimentos (De Groot & Golterman, 1994), así como la concentración de invertebrados. Por esto se recomiendan para el final del verano, como medida para garantizar el abastecimiento para el periodo post-reproductor y durante las migraciones de la especie (Fuentes-Sendín, 2005).
 13. Por supuesto, esta desecación debe ser parcial, permaneciendo las lagunas con mayor superficie de aguas abiertas (2, 3 y 5), las preferidas por la especie durante el periodo post-reproductor e invernal.



14. Para no afectar gravemente a la banda de vegetación que bordea las lagunas, la desecación debe realizarse de forma paulatina, siguiendo el régimen natural, y no extenderse más allá de dos meses. Se evitará durante el mes de julio, pues las interferencias en el ciclo vegetativo de *P. australis* serían muy graves durante esta época (Avers *et al.*, 2007).

Lagunas de las Moreras

En este humedal, el circuito hidráulico es muy sencillo, por lo que para garantizar la homogeneidad y la integridad ecológica, se deberán seguir las siguientes directrices:

1. La entrada desde la EDAR Mazarrón Nueva deberá producirse con el caudal necesario hasta la nueva laguna construida, que pasará posteriormente hasta la gravera.
2. Cuando se produzcan los periodos de escasez en la demanda desde la EDAR para riego, bien por la existencia de altas precipitaciones, bien por ser la época de menor necesidad hídrica o por motivos de otra índole, se deberán favorecer los alivios paulatinos de manera puntual al cauce de la Rambla de las Moreras, para evitar el sobrellenado de las balsas.
3. Estos alivios son recomendables de forma mensual, que es tiempo medio estimado de permanencia hidrológica en el humedal.
4. Durante el periodo en el que tienen lugar las puestas de la Malvasía cabeciblanca, coincidente con el periodo de estío en el Mediterráneo, se recomienda por favorecer la pérdida de niveles por evaporación e infiltración, sin abruptas bajadas de nivel, tal como ocurre de forma natural en los humedales mediterráneos.
5. Debido a que durante el periodo estival la salinidad de las aguas que llegan a la depuradora es menor, se debería favorecer la entrada de estas aguas frente a las almacenadas en las balsas, de mayor salinidad. Esta salinidad es especialmente baja durante los meses de julio y agosto, porque el municipio alberga mayor



- número de habitantes/turistas y la salinidad de las aguas que llegan a la EDAR se diluye por el mayor consumo de agua potable (ESAMUR, 2006).
6. En casos de mayor sequía y menor disponibilidad, se favorecerá el flujo y la permanencia en la gravera, pues hasta la fecha es la única balsa de este humedal en la que se ha constatado la reproducción de la Malvasía cabeciblanca.
 7. En casos extremos de sequía y por tanto de demanda intensiva, deberá hacerse una repartición del caudal de modo que se garantice el hábitat reproductor mínimo, establecido en 100 cm de profundidad, que es la altura a la que el agua alcanza el carrizo en este humedal y las aves pueden formar sus nidos con seguridad.
 8. Cuando por motivos de gestión, sequía extrema o incidencias se necesite desecar parcialmente el humedal, se realizará atendiendo al régimen de perturbación natural, a finales del periodo estival, coincidiendo con el fin del periodo reproductor de la Malvasía cabeciblanca.
 9. Estas desecaciones parecen aumentar la concentración de nutrientes al producirse la compactación de los sedimentos (De Groot & Golterman, 1994), así como la concentración de invertebrados. Por esto se recomiendan para el final del verano, como medida para garantizar el abastecimiento para el periodo post-reproductor y durante las migraciones de la especie (Fuentes-Sendín, 2005).
 10. Por supuesto, esta desecación debe ser parcial, permaneciendo la gravera en todo momento con niveles aceptables, dado que a pesar de que la nueva laguna, por su configuración de mayor superficie de aguas abiertas y menor profundidad es más adecuada, los censos todavía no parecen indicar que la Malvasía cabeciblanca se haya estabilizado en esta laguna.
 11. Para no afectar gravemente a la banda de vegetación que bordea las lagunas, la desecación debe realizarse de forma paulatina, siguiendo el régimen natural, y no extenderse más allá de dos meses.



Lagunas de Alhama

Para garantizar la integridad ecológica de todo el complejo lagunar y establecer homogeneidad en los parámetros físico-químicos, capaces de alterar la vegetación o la capacidad de alimento, se deberá favorecer la recirculación por las balsas a través de un circuito óptimo, que debe aproximarse a las siguientes directrices:

1. La repartición del efluente de salida desde la EDAR Alhama de Murcia hasta el complejo lagunar deberá repartirse equitativamente entre las balsas que cuentan con conexión de abastecimiento directa (lagunas 1 y 3).
2. Estos porcentajes deberán variar en caso de disminución notable de la profundidad en alguna de las balsas, donde deberá primar la entrada de agua.
3. Igualmente, cuando se detecten calidades no óptimas desde la salida en la EDAR, con concentraciones anormales de sólidos en suspensión o salinidad, se deberá primar la entrada a la laguna 1, pues ésta, al estar conectada con la laguna 2, de nueva construcción, posee mayor capacidad de recirculación y autodepuración.
4. Cuando se produzcan los periodos de escasez en la demanda, bien por la existencia de altas precipitaciones, bien por ser la época de menor tasa de riego, que tiene lugar durante el periodo otoñal e invernal, se favorecerá la salida a cauce a través de la laguna nueva, como medio para aliviar el excedente y mejorar la calidad de las aguas de las balsas.
5. Durante el periodo reproductor de la Malvasía cabeciblanca, de producirse un excedente de la oferta de las aguas del humedal, se recomienda optar por la circulación del agua a través de todo el circuito, y fomentar la pérdida natural por evaporación, pues el desagüe intensivo no es conveniente por las futuras pérdidas de nivel de profundidad aceleradas.
6. Las disminuciones en el nivel de las aguas cuando el motivo sea la extracción o captación de aguas para riego, deberán realizarse de forma suave y continuada, tal como ocurre de forma natural en los humedales mediterráneos.
7. En casos de mayor sequía y menor disponibilidad, si no es posible el llenado de las balsas por encima de 50 cm de profundidad durante el periodo reproductor,



- tal como se ha comprobado en veranos previos, se favorecerá la entrada de todo el caudal en las lagunas 1 y 3, en este orden de preferencia, pues es donde se ha constatado la reproducción de la especie.
8. Es fundamental, que en caso de no existir suficiente caudal como para mantener estas dos balsas en niveles de profundidad aptas, se derive todo el flujo a solo una de las lagunas, pues es preferible mantener una laguna en condiciones adecuadas, que dos en condiciones medianamente aceptables.
 9. Cuando por motivos de gestión, sequía extrema o incidencias se necesite desecar parcialmente el humedal, se realizará atendiendo al régimen de perturbación natural, a finales del periodo estival, coincidiendo con el fin del periodo reproductor de la Malvasía cabeciblanca.
 10. Estas desecaciones parecen aumentar la concentración de nutrientes al producirse la compactación de los sedimentos (De Groot & Golterman, 1994), así como la concentración de invertebrados. Por esto se recomiendan para el final del verano, como medida para garantizar el abastecimiento para el periodo post-reproductor y durante las migraciones de la especie (Fuentes-Sendín, 2005).
 11. Por supuesto, esta desecación debe ser parcial, permaneciendo las lagunas con mayor superficie de aguas abiertas, las preferidas por la especie durante el periodo post-reproductor e invernal. En este caso, se garantizará la superficie protegida en la que se ha constatado la reproducción y el hábitat de la Malvasía cabeciblanca (lagunas 1 y 3).
 12. Para no afectar gravemente a la banda de vegetación que bordea las lagunas, la desecación debe realizarse de forma paulatina, siguiendo el régimen natural, y no extenderse más allá de dos meses.



4.3. Vegetación perilagunar

Al hecho de que este sistema biótico proporciona el hábitat necesario para la Malvasía cabeciblanca, el buen estado de conservación de la vegetación perilagunar tiene otras consecuencias positivas en la conservación de la fauna en estos humedales. El aporte que realizan los restos vegetales en las aguas de las lagunas donde habita la Malvasía cabeciblanca, parece influir positivamente en su conservación, pues entre otros, aporta nutrientes que favorecen el crecimiento de los invertebrados, y por tanto, mejoran la disponibilidad de alimento para las aves (Atiénzar *et al.*, 2012). Por este motivo, es fundamental que se realice una adecuada gestión y mantenimiento de la vegetación que bordea las lagunas para garantizar la conservación del humedal y su compatibilidad con el riego, por la importancia que tiene este biotopo para la conservación de la Malvasía cabeciblanca.

1. Los métodos más comunes para realizar estos trabajos de gestión del carrizal consisten en cortas selectivas, eliminación por pastoreo del ganado o mediante la eliminación mecanizada por parches o zonas. De forma general, el más adecuado en este caso es la corta manual selectiva por parches. En otras lagunas no se descarta el manejo a través del ramoneo de ganado, siempre bajo evaluación previa.
2. La quema controlada de carrizal, una práctica habitual como medida para ganar superficie inundable, no se recomienda por las altas concentraciones de materia orgánica que aportan al agua (Rodrigo *et al.*, 2001), con una consecuente explosión de fitoplancton que aumenta la turbidez y disminuye la calidad del agua.
3. En cualquier caso, los trabajos de gestión del carrizal se deberán realizar en otoño, fuera del periodo reproductor, coincidiendo con el periodo de crecimiento activo de las plantas (Dies-Jambrino y Fernández-Anero, 1997). Es recomendable la gestión por parches o manchas, de modo que cada periodo se gestionen determinadas extensiones, y se establezca un sistema de rotación que permita gestionar cada una de las zonas en periodos de 7-15 años (White, 2009), con el fin de evitar la acumulación de materia vegetal muerta y nutrientes.



4.4. Parámetros Físico-Químicos

1. Se recomienda mantener los valores de conductividad eléctrica/salinidad entre los 2.000 y los 6.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pues las observaciones indican que la presencia de la Malvasía es menos frecuente en mayores conductividades eléctrica. La principal influencia negativa que tienen las altas concentraciones de salinidad se manifiesta en la vegetación perilagunar y en la cantidad del alimento de la especie.
2. El oxígeno disuelto deberá mantenerse en concentraciones superiores a las 2 ppm, pues no se ha observado a la especie cuando las aguas tenían una concentración menor.
3. El alimento, compuesto principalmente por larvas de quironómidos, es uno de los principales condicionantes para la especie. Es por ello necesario que las condiciones físico-químicas relativas al oxígeno disuelto y la salinidad se mantengan estables. Igualmente, será necesario el mantenimiento de la capa de lodos en la que se asientan estos invertebrados.

4.5. Mantenimiento

Como punto final para garantizar la compatibilidad entre la conservación de los humedales con el riego, es necesario considerar el mantenimiento sobre las infraestructuras hidráulicas.

1. Se han observado, especialmente en las lagunas de Campotéjar, penetraciones de las raíces del carrizo en las conducciones (ver Imagen 2) que han alterado significativamente las condiciones físico-químicas, al impedir el adecuado flujo.



Imagen 2. Obstrucción de las conducciones observadas en las lagunas de Campotéjar

2. Por este motivo, deberá comprobarse el caudal de entrada a las lagunas, especialmente cuando se observen anomalías en las características físico-químicas y proceder a su retirada mediante el empleo de medios mecánicos.
3. Otro de los aspectos a considerar es la colmatación de las lagunas por los materiales y sedimentos depositados en las aguas, tanto procedentes de las aguas residuales como de los componentes bióticos del humedal, que progresivamente se irán acumulando en los fondos.
4. En este aspecto, se deberá proceder a la limpieza de fondos cuando la altura de la lámina de agua máxima no alcance los 50 cm, para así garantizar la integridad del hábitat de reproducción de la Malvasía cabeciblanca en los humedales de la Región de Murcia.
5. La retirada de estos lodos depositados en las cubetas no deberá ser total, pues el principal alimento de la Malvasía cabeciblanca, las larvas de quironómidos, se acumulan en estos fangos, y resultan de vital interés para la conservación y el mantenimiento del hábitat de la especie.
6. En caso de necesidad de construcción de aliviaderos, lo ideal sería construirlos en la parte inferior de las lagunas, siempre que las condiciones técnicas y estructurales lo permitan, pues de este modo, al extraerse el agua por la parte inferior, se permitiría la homogenización de las condiciones físico-químicas a lo largo de la columna de agua (Ordóñez-Salinas, 2010).



5. CONCLUSIONES

Hasta la fecha, la conservación del hábitat y la reproducción de la Malvasía cabeciblanca en los humedales objetivo del proyecto LIFE09/NAT/ES/000516, ha sido totalmente compatible con el uso de los recursos hídricos para diversos fines como la agricultura.

En escenarios de sequía y por tanto, menor precipitación y recursos hídricos, la extracción de agua para el riego sigue siendo compatible, pero es necesario realizar el manejo de estos recursos hídricos tal como se expone en las consideraciones y directrices, para evitar interferencias perjudiciales en la reproducción y la población de la Malvasía cabeciblanca.

En escenarios de menor demanda hidrológica, la conservación de la Malvasía es igualmente compatible con su uso para riego, siempre y cuando se evite el sobrellenado de las balsas durante el periodo reproductor, y se evite el hundimiento de los nidos.

Es necesario contemplar la gestión de los recursos hídricos desde el punto de vista íntegro y multidisciplinar, pues el mantenimiento de los aspectos hidrológicos como la profundidad y la superficie inundada están estrechamente ligados a otros como los parámetros físico-químicos y ecológicos, y su variabilidad condicionará la calidad de los mismos.

Por este motivo concluimos que la conservación de la Malvasía cabeciblanca a largo plazo estará garantizada, siempre que se tengan en cuenta sus requerimientos mínimos y las directrices de gestión de los recursos hídricos de estos humedales.



6. BIBLIOGRAFÍA

ARMENGOL, X., ANTÓN-PARDO, M., ATIÉNZAR, F., ECHEVARRÍAS, J.L. y BARBA, E. 2008. Limnological variables relevant to the presence of the endangered White-Headed Duck in Southeastern Spanish wetlands during a dry period. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 54: 45 – 60.

ATIÉNZAR, F., ANTÓN-PARDO, M.A., ARMENGOL, X. y BARBA, E. 2012. Distribution of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* is affected by environmental factors in a Mediterranean Wetland. *Zoological Studies* 51(6): 783-792.

AVERS, B., *et al.* 2007. *A Guide to the Control and Management of Invasive Phragmites*. US Fish and Wildlife Service.

BALLESTEROS, G.A.; JORDÁN, E. Y CORBALÁN, F. 2013. La depuración de agua y la conservación de la Malvasía cabeciblanca. Proyecto LIFE09/NAT/000516 conservación de la Malvasía cabeciblanca en la Región de Murcia. Dirección General de Medio Ambiente (Informe Inédito).

DE GROOT, C. J. & GOLTERMAN, H. L. 1994. *Nutrient processes in Mediterranean wetland systems. Part 2. The influence of desiccation*. Verhandlungen der internationalen Vereinigung für Limnologie 25: 1328.

DIES-JAMBRINO, J.I. y FERNÁNDEZ-ANERO, F. 1997. Resultados en la recuperación de la biodiversidad en el Racó de l'Olla (l'Albufera de València) tras la aplicación selectiva de *Caculia* y un herbicida de baja peligrosidad. *Bol. San. Veg. Plagas*, 23: 17-37.

ESAMUR. 2006. Orígenes de la salinidad en las aguas residuales, situación en la Región de Murcia. II Jornadas Técnicas Regeneración y Reutilización de Aguas Residuales. Problemas de Salinidad. Murcia, 25 y 26 de octubre de 2006. Disponible en: [<http://www.esamur.com/jornadas/ponencias/ponencia50.pdf>]. Consultado el 13-07-2013.

FUENTES SENDÍN, CRISTINA, 2005. *Ecología de la Cerceta pardilla (Marmaronetta angustirostris) y de la Malvasía cabeciblanca (Oxyura leucocephala) en los humedales del Baix Vinalopó, Alicante*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. Departamento de Ecología.

GORDIENKO, N.S., DROBOVTSEV, V.I. & KOSHELEV, A.I. 1986. *Biology of White-headed Duck in Northern Kazakhstan and south of West Siberia*. In *Rare, threatened and little*



Proyecto LIFE09/NAT/000516 Conservación de
Oxyura leucocephala en la Región de Murcia
<<http://www.lifemalvasiamurcia.es>>

known birds of USSR Collection articles, pp 8-15. Central Board for Nature Conservation of the RSFSR, Central Science Research Laboratory, Moscow.

GREEN, A.J. 2000. *The habitat requirements of the Marbled Teal Marmaronetta angustirostris*. In COMIN, F.A., HERRERA, J.A., & RAMÍREZ, J. (eds.). *Limnology and aquatic birds. Monitoring, modelling and management*. Mérida, México: Univ. Autónoma de Yucatán, pp. 147-163.

GREEN, A.J., Fox, A.D., G Hilton, G., & Hughes, B. 1999. Time-activity budgets and site selection of White-headed Ducks *Oxyura leucocephala* at Bürdur Lake, Turkey in late winter. *Bird Study* 46: 62-73.

GREEN, A.J. & HILTON, G.M. 1998. Management procedures required to increase chironomid availability to waders feeding on artificial lagoons remains unclear. *J. Appl. Ecol.* 35: 9 -12.

HUGHES, B., ROBINSON, J.A., GREEN, A.J., LI, Z.W.D. & MUNDKUR, T. (Compilers). 2006. *International Single Species Action Plan for the Conservation of the White-headed Duck Oxyura leucocephala*. CMS Technical Series No. 13 & AEWA Technical Series No.8. Bonn, Germany.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2000. *Plan Estratégico Español para la Conservación y el Uso Racional de los Humedales*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.

MORENO-OSTOS, E., PARACUELLOS, M., DE VICENTE, I., NEVADO, J.C y CRUZ-PIZARRO, L. 2008. Response of waterbirds to alternating clear and turbid water phases in two shallow Mediterranean lakes. *Aquat. Ecol.* 42: 701-706.

NÚÑEZ, M.A. 2002. Malvasía Cabeciblanca. Anuario Ornitológico de la Región de Murcia. Informe 2002. <http://usuarios.lycos.es/docs/1-2002.pdf>.

ORDOÑEZ SALINAS, J. 2010. *Limnología del embalse de SAU. Relaciones del zooplancton, la clorofila, y los sólidos en suspensión con el clima lumínico del agua*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Barcelona.

PARACUELLOS, M. (2001): *Estructura y conservación de las comunidades de aves en humedales del sudeste ibérico*. Tesis Doctoral. Universidad de Almería. Almería. Inédito.



Proyecto LIFE09/NAT/000516 Conservación de
Oxyura leucocephala en la Región de Murcia
<<http://www.lifemalvasiamurcia.es>>

PREDERO, F., TORRECILLAS, A., Y ALARCÓN, J.J. 2007. Reutilización del agua residual depurada en cultivo de limonero. *Agricultura*. 542-547.

RODRIGO, M.A., ARMENGOL, X., OLTRA, R., & COLOM, W. 2002. Physical and chemical characterization of a protected wetland in El Fondo d'Elx (Alicante, Sàin). *Limnetica* (2): 37-46.

SÁNCHEZ, M.I., GREEN, A.J. y DOLZ, C. 2000. The diets of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala*, Ruddy Duck *O.jamaicensis* and their hybrids from Spain. *Bird Study* 47:275-284.

SANCHEZ, R. y VIÑALS, M.J. 2012. *Manual para la determinacion de las necesidades hidricas de los humedales. El contexto español*. Ed. Fundacion Biodiversidad, 68 pp.

SECRETARÍA DE LA CONVENCION DE RAMSAR. 2010. *Asignación y manejo de los recursos hídricos: Lineamientos para la asignación y el manejo de los recursos hídricos a fin de mantener las funciones ecológicas de los humedales*. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 10. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

SEOÁNEZ-CALVO, M. 1999. *Agua residual: tratamiento por humedales artificiales. Fundamentos científicos. Tecnologías. Diseño*. Madrid, España. 325 pp.

WHITE, G. 2009. Information and Advice note. The future of reedbed management. RSPB. Consultado el 5/05/2012. Disponible en: [http://www.rspb.org.uk/Images/Reedbed_management_tcm9-255077.pdf].