



WWF

INFORME

2016

# EL ESTADO DEL AGUA

# EN DOÑANA

UNA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS AGUAS  
Y LOS ECOSISTEMAS DEL ESPACIO PROTEGIDO

DOÑANA  
HAZ QUE VUELVA A LATIR

# INDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	4
<b>EXECUTIVE SUMMARY</b>	6
<b>INTRODUCCIÓN</b>	8
<b>MARCO NORMATIVO</b>	12
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	14
Masas de agua subterráneas	14
Ecosistemas o masas de agua superficiales	20
Especies de aves acuáticas más amenazadas	34
<b>USOS DEL AGUA</b>	38
Abastecimiento	38
Agricultura	39
<b>OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN</b>	40
Doñana como espacio Red Natura 2000	40
Doñana como ecosistema acuático en el contexto de la Directiva Marco del Agua	44
Doñana como Patrimonio de la Humanidad	46
Doñana como Humedal de Importancia Internacional (Convención Ramsar)	47
<b>CONCLUSIÓN</b>	48
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	54
<b>ANEXO: TALLER DE EXPERTOS DEL AGUA EN DOÑANA</b>	58

**Texto:** Guido Schmidt y Rafael Sánchez Navarro (expertos independientes); Eva Hernández, Juan José Carmona, Felipe Fuentelsaz y Rafael Seiz (WWF España).

**Aportaciones al texto de:** Emilio Custodio (Universidad Politécnica de Cataluña); Carmen Díaz Paniagua, Ricardo Díaz-Delgado y Andy Green (Estación Biológica de Doñana-CSIC); Carlos Fernández Delgado (Universidad de Córdoba); Carolina Guardiola y Claus Kofahl (Instituto Geológico y Minero de España); Sanda Lepure (Fundación IMDEA Agua); Francisco Lloret Maya (Universidad Autónoma de Barcelona); Marisol Manzano, (Universidad Politécnica de Cartagena); Javier Ruiz (Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía-CSIC); y Laura Serrano (Universidad de Sevilla).

**Coordinación:** Eva Hernández (WWF España).

**Edición:** Guillermo Prudencio Vergara y Amalia Maroto Franco (WWF España).

## AGRADECIMIENTOS

WWF agradece su colaboración a los participantes en el **Taller de Expertos del Agua en Doñana**, organizado los días 23 y 24 de mayo de 2016 en la Estación Biológica de Doñana del CSIC: Jordi Figuerola, Luis Santamaría, Andy Green y Carmen Díaz Paniagua (Estación Biológica de Doñana-CSIC); Carlos Mediavilla, Carolina Guardiola y Claus Kohfahl (Instituto Geológico y Minero de España); Carlos Fernández Delgado (Universidad de Córdoba); Emilio Custodio y Josep Dolz (Universidad Politécnica de Cataluña), Laura Serrano (Universidad de Sevilla); Miguel Rodríguez (Universidad Pablo de Olavide); Patrick Grillas (Tour du Valat); y Tobías Salathé (Secretaría del Convenio Ramsar).

Publicado en febrero de 2017 por WWF/Adena (Madrid, España). WWF/Adena agradece la reproducción y divulgación de los contenidos de esta publicación (a excepción de las fotografías, propiedad de los autores) en cualquier tipo de medio, siempre y cuando se cite expresamente la fuente (título y propietario del copyright).

© Texto: 2017, WWF/Adena. Todos los derechos reservados.

Puede descargarse este documento en formato pdf en [www.wwf.es](http://www.wwf.es)

WWF es una de las mayores y más eficaces organizaciones internacionales independientes dedicadas a la conservación de la naturaleza. WWF opera en más de 100 países, con el apoyo de cerca de cinco millones de personas en todo el mundo.

WWF trabaja por un planeta vivo y su misión es detener la degradación ambiental de la Tierra y construir un futuro en el que el ser humano viva en armonía con la naturaleza: conservando la diversidad biológica mundial, asegurando que el uso de los recursos naturales renovables sea sostenible y promoviendo la reducción de la contaminación y del consumo desmedido.

# RESUMEN EJECUTIVO

## DOÑANA ES UNO DE LOS ESPACIOS NATURALES MÁS IMPORTANTES DE EUROPA.



Por este motivo su gestión debería ser un ejemplo que inspire a otros espacios protegidos, estar basada en datos científicos y el seguimiento de los valores naturales, con objetivos ambiciosos y específicos, y con una planificación adecuada que reduzca las presiones que se ejercen sobre sus ecosistemas.

Sin embargo, WWF considera que la realidad actual está muy lejos de este modelo. Faltan datos fiables sobre las entradas y salidas de la marisma de un elemento tan fundamental como el agua, o sobre las extracciones de agua para la agricultura; datos que facilitarían enormemente la gestión y el adecuado seguimiento de la evolución de este humedal. Tal y como ya destacó el *Informe Hollis* (Hollis y otros, 1989) hace 25 años, sigue pendiente una mejora fundamental del conocimiento sobre Doñana.

Los planes de gestión del agua<sup>1</sup> y del espacio natural<sup>2</sup> actuales se han elaborado sobre un conjunto insuficiente de datos y evaluaciones incompletas o simplificadas, consecuencia de fallos en el establecimiento de redes de monitoreo, de dificultades por la complejidad del sistema o por la falta de interés o voluntad política. WWF también considera que el hecho de no disponer de todos los datos o de no considerarlos ha llevado a las administraciones a hacer una

interpretación deliberadamente positiva del estado de ecosistemas y masas de agua, lo que ha derivado en un menor compromiso a la hora de aplicar medidas de control sobre las graves presiones que amenazan a Doñana. La consecuencia ha sido el continuado deterioro de todo el ecosistema y el incumplimiento reiterado de los compromisos de conservación tanto nacionales como europeos e internacionales.

La actual situación de Doñana ha llevado a UNESCO, con el apoyo de UICN, y a la Secretaría del Convenio Ramsar a enviar dos misiones internacionales a Doñana, en 2011 y 2015, y al Comité de Patrimonio de la Humanidad a aprobar varias decisiones solicitando a España acción en favor del acuífero y del estuario, y un compromiso claro en contra del dragado del Guadalquivir.

La Comisión Europea también se ha hecho eco de los problemas del agua en Doñana, abriendo sendos Procedimientos de Infracción, uno por la mala gestión de las aguas y otro por el riesgo que supone para Doñana el dragado de profundización del Guadalquivir. En ambos casos la Comisión ha enviado ya una Carta de Emplazamiento a España y podría llevar al Estado miembro en breve ante el Tribunal de Justicia Europeo, por incumplimiento de las Directivas de Aves, Hábitats y Marco del Agua.

Por ello, WWF ha recopilado en 2016 la información más reciente y completa sobre el estado de conservación de hábitats y especies en España, así como abundantes publicaciones científicas sobre los ecosistemas y masas de agua en Doñana. En paralelo, WWF organizó en mayo de 2016 el Taller de Expertos del Agua en Doñana con destacados especialistas, para contrastar y completar dicha información. Como conclusión principal cabe destacar la coincidencia de estos expertos en afirmar que el estado de conservación de Doñana es peor de lo que se refleja en los documentos de planificación de la administración.

Es patente el alarmante deterioro del acuífero, especialmente cuantitativo. El último informe del estado del acuífero Almonte-Marismas, presentado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir en julio de 2016, confirma que los descensos de los niveles piezométricos continúan claramente y en algunas zonas de forma muy alarmante. Este informe sigue ignorando los efectos de ese declive sobre los ecosistemas, pero al analizar la bibliografía disponible y a través de las aportaciones de los Expertos en el Taller de Expertos del Agua de Doñana, queda claro que el acuífero arrastra en su declive a ríos, humedales, vegetación y fauna de Doñana en general, siendo la tendencia especialmente grave en las lagunas.

Otro de los grandes problemas es la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales por nutrientes, agroquímicos y, en determinadas zonas, por metales pesados o incluso por contaminantes de origen industrial. La excesiva entrada y liberación de nutrientes en la marisma, en concreto, está llevando a su eutrofización de forma cada vez

más rápida, lo que lleva al deterioro de su vegetación y la expansión de especies invasoras a costa de especies autóctonas.

En relación con las aguas de transición, el mal estado morfológico y de calidad del agua del estuario del río Guadalquivir supone actualmente un riesgo para la necesaria reconexión de Doñana con el río.

La mala situación de las aguas de Doñana se traduce, en conjunto, en el deterioro de las comunidades vegetales, de invertebrados (con el claro ejemplo de los odonatos) y peces, así como de poblaciones de aves. Cabe destacar el declive de las anátidas invernantes en la zona natural de las marismas —que se alimentan de macrófitos o de sus semillas— y de las anátidas y fochas nidificantes, incluyendo especies amenazadas.

Doñana requiere, por tanto, medidas urgentes que deben aplicarse de forma coordinada entre todas las partes implicadas. WWF propone 12 medidas para frenar el deterioro de Doñana y empezar a caminar hacia su recuperación.

Es imprescindible declarar formalmente “en riesgo” el acuífero de Doñana, y elaborar un programa de actuación para su recuperación que se coordine con el necesario cierre de pozos ilegales y la eliminación de las fincas que quedan fuera de ordenación al aplicar el Plan Especial de Ordenación de las Zonas de Regadío Ubicadas al Norte de la Corona Forestal de Doñana. El acuífero necesita también un Plan Anual de Extracciones que limite el uso del agua en la zona, de forma que los ecosistemas de Doñana reciban el agua que necesitan para alcanzar un estado favorable de conservación, resiliente frente al cambio climático

y otras presiones. Antes incluso de aplicar ese Plan de Extracciones, urge controlar las extracciones del acuífero y asegurar que se ajustan a los límites legales, pero también dar apoyo y herramientas a los agricultores para mejorar sus prácticas de riego. La instalación de caudalímetros en todos los pozos permitiría, además, mejorar el conocimiento del acuífero y calibrar el modelo matemático que facilite su gestión. La construcción de estaciones de aforo en los arroyos de Doñana, por su parte, haría posible la calibración del modelo hidrológico de la marisma.

De igual forma es necesario un NO definitivo y rotundo al dragado de profundización del Guadalquivir, y empezar a trabajar en la recuperación del estuario mediante un plan coordinado entre todas las administraciones implicadas, de manera que el río vuelva a ser fuente de vida para las marismas de Doñana.

La mejora de la calidad del agua que llega al espacio protegido, ya sea subterránea o superficial, es otra tarea pendiente en Doñana, algo que pasa por asegurar la completa depuración de las aguas residuales y reducir por otra parte la contaminación difusa procedente de la agricultura y la ganadería.

Todas estas medidas precisan un marco sólido, por eso hace falta que Doñana cuente con unos objetivos de conservación más claros, detallados y ambiciosos, y con un seguimiento del espacio protegido ajustado a las necesidades de gestión que permita identificar fácilmente tanto cambios en el estado de conservación de sus hábitats y especies como en las presiones que les afectan.

Finalmente, poco puede hacerse en Doñana si no se mejora la gobernanza en torno al agua.

**ES NECESARIO IMPLICAR A LA POBLACIÓN LOCAL Y A LOS USUARIOS DEL AGUA EN LA TOMA DE DECISIONES Y EN LA REDUCCIÓN DE LAS PRESIONES, PARA HACERLES PARTICIPES DEL VALOR QUE DOÑANA Y SUS ECOSISTEMAS TIENEN PARA SU PROPIA CALIDAD DE VIDA Y LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN LA ZONA.**

<sup>1</sup> Plan Hidrológico del Guadalquivir 2016-2021.

<sup>2</sup> Plan de Ordenación de Recursos Naturales y Plan Rector de Uso y Gestión, en elaboración.

# EXECUTIVE SUMMARY

## DOÑANA IS ONE OF THE MOST IMPORTANT NATURAL AREAS IN EUROPE.



Therefore, its management should also be an example to inspire other protected areas, based on scientific data and monitoring of natural values, with ambitious and specific targets, and with proper planning that reduces the pressures on ecosystems.

However, WWF believes that the current situation is far from this model. The lack of reliable data about fundamental aspects such as the water balance of the marshlands, or water withdrawals for agriculture severely hampers management and proper monitoring of the evolution of this wetland. As the *Hollis Report* already highlighted 25 years ago, there remains a fundamental challenge to improve the knowledge about Doñana.

The water and protected area management plans have been developed on an inadequate dataset and incomplete or simplified assessments. This is the combined result of failures in establishing monitoring networks, difficulties due to the complexity of the system, and lack of interest or political will.

WWF also believes that not having all the data, or disregarding the facts, has led the government intentionally to make a positive interpretation of the state of ecosystems and water bodies. This has resulted in a lower commitment to implement control measures on serious pressures that

threaten Doñana. The outcome is the continued deterioration of the entire ecosystem, and the repeated non-compliance with national, European and international conservation commitments.

The current situation of Doñana has led UNESCO - with the support of IUCN - and the secretariat of the Ramsar Convention to send two international missions to Doñana, in 2011 and 2015. Additionally, the UNESCO World Heritage Committee has approved several decisions requesting Spain to take action for the protection of the aquifer and the estuary, and to make a clear and permanent commitment against the dredging of the Guadalquivir River.

The European Commission has also echoed concerns over the water problems in Doñana. It has opened two infringement procedures, one targeting the mismanagement of water and another one on the dredging of the Guadalquivir River. In both cases, the Commission has issued letters of formal notice, and it could bring Spain before the European Court of Justice for alleged breaches of the Birds, Habitats and Water Framework Directives.

In 2016 WWF compiled the most recent and complete information on the conservation status of habitats and species in Spain, as well as revised

numerous scientific publications on ecosystems and water bodies in Doñana. In parallel, WWF organized in May 2016 the Doñana Experts Water Workshop, with leading scientists to validate and complete the information. The experts' conclusion was that the state of conservation of Doñana is worse than reflected in official planning documents.

The deterioration of the aquifer, especially from the quantitative point of view, is very alarming. The latest government status report on the Almonte-Marismas aquifer, presented by the Guadalquivir River Basin Authority in July 2016, confirms the continuous declines of groundwater levels, which are very steep in some areas. This official report continues to ignore the effects of this decline on ecosystems. Literature shows, and workshop experts confirm, that the aquifer deterioration is affecting rivers, wetlands, vegetation and fauna of Doñana in general, and lagoons, specifically.

Another major problem is the pollution of ground and surface water by nutrients, agrochemicals and, in certain areas, heavy metal pollutants from industrial sources. The excessive intake and release of nutrients in the marsh, in particular, is leading to a rapid eutrophication, and to deterioration of vegetation, as well as the spread of invasive species at the expense of native species.

Regarding transitional waters, the current poor morphology and water quality of the Guadalquivir River

estuary poses a risk to the necessary reconnection of Doñana with the river.

Overall, the poor state of Doñana's waters has resulted in the deterioration of plant, invertebrate - with a clear example of dragon-flies -, fish and bird populations. Notable is the decline of wintering ducks in the natural marsh area and those species that feed on macrophytes or their seeds, as well as nesting ducks and coots, which include some endangered species.

The conservation of Doñana, therefore, requires urgent measures to be coordinated between all parties involved. WWF proposes twelve measures to curb the deterioration of Doñana and to start it on a path to recovery.

The River Basin Authority must formally declare the aquifer of Doñana to be at risk, and must develop an action plan for its recovery. The plan must be accompanied by the closure of illegal wells and the elimination of farms that are outside of authorized areas covered by the Special Plan of the Forest Crown of Doñana. The aquifer also needs an Annual Abstraction Plan to limit water use so that the ecosystems of Doñana can receive the water they need to reach a favourable conservation status, resilient to climate change and other pressures. As a first step, WWF urges better controls over aquifer withdrawals in compliance with legal requirements, and also support and tools for farmers in order to improve their irrigation practices. Additionally, the installation of flow meters in all

wells would improve knowledge of the aquifer and allow calibration of a mathematical model to facilitate its management. The construction of gauging stations in creeks of Doñana, too, would enable calibration of the hydrological model of the marshlands.

Critically, Doñana requires a definitive decision against the deepening of the Guadalquivir River. To enable the river to be again a source of life for the marshes, all administrations should coordinate on the recovery of the estuary.

Another pending task is to improve the quality of surface and groundwater that reaches the protected area. Action is required to improve wastewater treatment, and to reduce diffuse pollution from agriculture and livestock.

All these measures require a solid framework, with clear, detailed and ambitious conservation objectives, as well as a monitoring program tailored to the needs of the protected area's management. This monitoring should ensure the easy identification of both changes in the state of conservation of habitats and species, and the pressures affecting them.

Finally, little can be done in Doñana if water governance is not improved. It is necessary to involve the local population and water users in decision-making and reducing pressures. This is necessary to make them participants in preserving the values that Doñana and its ecosystems have for their own quality of life and economic activities in the area.

**THE BEST WAY FORWARD FOR THE MANAGEMENT OF DOÑANA WILL BE ACHIEVED BY SETTING MANAGEMENT GOALS THAT RECOGNIZE ITS COMPLEXITY, ARE BASED ON LEGISLATION AND COMMITMENTS, ARE AMBITIOUS AND REALISTIC, AND ARE FLEXIBLE AND AGREED BY ALL ACTORS.**

# INTRODUCCIÓN

**DOÑANA ES UNO DE LOS HUMEDALES MÁS IMPORTANTES DE EUROPA POR SU BIODIVERSIDAD ÚNICA Y SU PAPEL CLAVE EN LA MIGRACIÓN DE LAS AVES, ASÍ COMO POR LOS PAISAJES Y PROCESOS NATURALES QUE ALBERGA. SU VALOR QUEDA RECONOCIDO POR SU ALTO NIVEL DE PROTECCIÓN LEGAL A ESCALA REGIONAL, NACIONAL, EUROPEA Y MUNDIAL. SIN EMBARGO ESTAS FIGURAS DE PROTECCIÓN NO HAN SIDO CAPACES DE FRENAR TODAS LAS PRESIONES SOBRE DOÑANA Y SU CONTINUO DETERIORO, ESPECIALMENTE DEL RECURSO CLAVE DEL QUE LA SALUD DE TODO EL ECOSISTEMA DEPENDE: EL AGUA.**

La Secretaría del Convenio Ramsar de Humedales incluyó a Doñana en el Registro de Montreaux de Humedales Amenazados en 1990, entre otras razones, por el riesgo de modificación de su carácter ecológico como consecuencia de las extracciones de agua para la agricultura y el desarrollo turístico. Esa preocupación volvió a quedar patente en la misión internacional conjunta de UNESCO/UICN y Ramsar en 2011, y en la misión de UNESCO/UICN de 2015.

La Comisión Europea también ha mostrado su gran preocupación respecto al estado de conservación de los hábitats y especies de Doñana y el estado de las masas de agua superficiales y subterráneas de las que dependen, hasta el punto de iniciar dos Procedimientos de Infracción contra España por incumplimiento de las Directivas Marco del Agua, Aves y Hábitats: uno por la amenaza que supone el dragado de profundización del Guadalquivir y otro por el mal estado de las aguas y las insuficientes medidas de gestión para evitar el deterioro y alcanzar su buen estado. En relación con este último, en abril de 2016 Bruselas dio un ultimatum al Estado miembro, en forma de un dictamen motivado, para que tomara medidas coherentes y serias para evitar el deterioro de Doñana.

Las preocupaciones de la Comisión Europea, UNESCO, UICN y Ramsar parecen quedar confirmadas con las conclusiones del último informe del estado del acuífero 27 presentado recientemente por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir: los descensos de los niveles piezométricos continúan claramente y en algunas zonas de forma muy alarmante. Sin embargo, las afecciones a los ecosistemas que por lógica se



derivan de estos descensos siguen inexplicablemente sin quedar reflejadas en los informes oficiales de las administraciones españolas.

El presente informe surge con el objetivo principal de hacer de puente entre el ámbito científico y la gestión y contribuir a la mejor gestión del Espacio Natural Doñana y de las presiones que le afectan.

Para hacerlo WWF ha partido de la información disponible en los documentos de planificación oficiales (principalmente planes hidrológicos, PORN y PRUG del Espacio Natural Doñana y Formularios Normalizados de Datos de los espacios de Doñana de la Red Natura 2000), ha recopilado la información científica disponible sobre el estado de conservación de las

masas de agua, ecosistemas y especies de Doñana a la luz de las Directivas ambientales europeas, en muchos casos dispersa, y ha contado con aportaciones de diferentes científicos.

Con fecha 23 y 24 de mayo de 2016 y con el apoyo de la Estación Biológica de Doñana, WWF ha celebrado además un taller con investigadores y gestores vinculados a Doñana, el Taller de Expertos del Agua en Doñana (ver Anexo), que también ha alimentado este informe. En él se obtuvieron conclusiones respecto al estado de conservación de Doñana, se identificaron las principales brechas y necesidades de información y se elaboraron recomendaciones tanto para la futura investigación como para el seguimiento y la gestión del espacio natural, en particular

la implementación de los planes de gestión del espacio natural e hidrológico.

El ámbito geográfico para este informe es el Espacio Natural Doñana (Parque Nacional y Natural), aunque en ocasiones haya sido necesario recopilar e interpretar algunos datos de toda la subcuenca o cuenca hidrográfica, tanto en su vertiente superficial como subterránea.

El ámbito temporal se refiere fundamentalmente a los últimos 15 años, desde la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua. Para algunas cuestiones como determinar el muy buen estado de las masas de agua o el estado favorable de conservación, se han utilizado referencias históricas más amplias.

# DOÑANA ES AGUA

EL HUMEDAL SIGUE  
DETERIORÁNDOSE POR  
LA PRESIÓN SOBRE  
ESTE VITAL RECURSO



# MARCO NORMATIVO

**DOÑANA ES PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD DE UNESCO, HUMEDAL RAMSAR DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL, RESERVA DE LA BIOSFERA Y ES PARTE DE LA RED NATURA 2000 EUROPEA.**

El marco normativo está fijado por los acuerdos internacionales (Patrimonio de la Humanidad, Convenio Ramsar, Programa Hombre & Biosfera), normativas europeas (Directiva Marco del Agua, Directivas de Hábitats y de Aves, Directiva de Tratamiento de Aguas Residuales, Directiva Nitratos, etc.), estatal, autonómica y referida específicamente a Doñana.

El Parque Nacional de Doñana fue inscrito en la lista de **Patrimonio de la Humanidad** bajo los criterios naturales vii, ix y x en 1994, ampliándose su territorio en 2005 (UNESCO, 2015). Los criterios de selección resaltan:

- vii. la extrema belleza del paisaje natural, incluyendo diferentes hábitats (marismas, bosques, dunas, lagunas)
- ix. los procesos geológicos del Pleistoceno inalterados
- x. la alta diversidad en fauna, en particular avifauna, contando con 360 especies de aves nidificantes y migratorias.

La mayor preocupación por el mantenimiento de este Patrimonio está en la dificultad de conservar su

integridad hidrológica a largo plazo (UNESCO, 2015).

Doñana está incluido como Humedal de Importancia Internacional número 234 en el **Convenio de Ramsar**<sup>3</sup>, un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Pero desde 1990 y a causa de la sobreexplotación del acuífero, Doñana se encuentra incluido en el Registro de Montreaux. El sitio ha sido incluido en la Lista de Ramsar por responder al Criterio 1 de Ramsar para que un sitio pueda ser considerado de importancia internacional (ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural o casi natural hallado dentro de la región biogeográfica), ya que es un caso único en el ámbito del Paleártico, tanto por la gran diversidad de ecosistemas que incluye en un excelente estado de conservación, como por la espectacular concentración de aves acuáticas que alberga durante algunas épocas del año (muchas de ellas especies amenazadas). También responde al Criterio 2 de Ramsar (si sustenta especies

vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas). En este espacio se ha citado la presencia de, al menos, 35 especies de vertebrados asociadas a ambientes húmedos con un alto grado de amenaza. Además de estas especies de vertebrados, destaca la existencia de un briofito muy raro y amenazado, *Riella helicophylla*. En este espacio está citada la presencia de un grupo de especies vegetales asociadas a ambientes húmedos (pastizales húmedos y vegetación psammófila) del Anexo II de la Directiva Hábitat 92/43/CEE con una Evaluación Global A (excelente). Doñana sustenta de manera regular más del 1% de las poblaciones mediterráneo-occidentales de, al menos, 20 especies de aves acuáticas (Ramsar, 2011).

Doñana también se inscribió como **Reserva de la Biosfera** en noviembre del 1980, con una superficie de 77.260 hectáreas, ampliando su territorio paulatinamente hasta alcanzar las 268.293,72 hectáreas en 2013. Las Reservas de la Biosfera son zonas de ecosistemas terrestres o marinos, o una combinación de ambos, que a petición del Estado interesado son reconocidas en el plano internacional como tales por el Consejo Internacional de Coordinación (CIC) del programa MaB (Hombre y Biosfera) de la UNESCO, a fin de promover y demostrar una relación equilibrada entre las poblaciones y la naturaleza. Una Reserva de la Biosfera es una figura de protección sin normativa asociada, siendo responsabilidad de los gobiernos nacionales, regionales, comarcales y locales, el establecimiento de medidas concretas de gestión, que atiendan a las características específicas de cada una; es como un marco de calidad, que en la actualidad tiene relevancia internacional.

## EN CUANTO A LA NORMATIVA EUROPEA, DOÑANA ESTÁ DIRECTAMENTE CONCERNIDA POR LA APLICACIÓN DE LAS SIGUIENTES DIRECTIVAS:

- La **Directiva Marco del Agua** es el paraguas de la normativa europea en materia de agua, y viene a incorporar a diferentes directivas anteriores, así como referir a otras directivas relacionadas. Establece la obligación de adoptar planes de gestión para diferentes ciclos, basados en análisis de presiones e impactos a través de un detallado monitoreo, así como establecer objetivos para cada masa de agua y tomar las medidas necesarias para lograrlos. Si bien el objetivo principal de la DMA era asegurar que todas las masas de agua europeas lograran el buen estado para el año 2015, hay un conjunto de excepciones que se han aplicado. En el documento que aquí se presenta, se ha tomado como referencia fundamental de la aplicación de la DMA los Planes Hidrológicos del Guadalquivir 2010-2015 (primer ciclo) y 2016-2021 (segundo ciclo).
- La **Directiva de Tratamiento de Aguas Residuales** establece normas de recogida, tratamiento y vertido de aguas residuales para toda la UE, tiene por objeto proteger el medio acuático de las repercusiones negativas (ej. la eutrofización) que producen las aguas residuales urbanas. Doñana está considerada como una de las “zonas sensibles” que regula, al ser (iii) zonas en las que sean necesarios más tratamientos para cumplir la legislación de la UE relativa a, por ejemplo, aguas, aguas de baño, aguas para la cría de moluscos y a la conservación de hábitats y aves.
- La **Directiva de Nitratos** tiene por objeto proteger la calidad del agua en toda Europa evitando que los nitratos procedentes de fuentes agrícolas contaminen las aguas superficiales y subterráneas y fomentando el uso de buenas prácticas agrícolas. Los países de la UE deben designar como zonas vulnerables todas aquellas cuya escorrentía fluya hacia las aguas afectadas o que podrían verse afectadas por unos niveles elevados de nitratos y eutrofización. Hay dos zonas<sup>4</sup> que afectan a Doñana: 2-Valle del Guadalquivir y 23-Condado.
- La **Directiva de Hábitats**, ya que Doñana forma parte de la Red Natura 2000 al haber sido designada Zona Especial de Conservación (ZEC), y la **Directiva de Aves**, al haber sido declarada Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). La gestión de Natura 2000 debe estar orientada al cumplimiento del objetivo de la Red, que es garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitat naturales y de las especies de la fauna y la flora silvestres de interés comunitario en la Unión Europea. El Estado miembro tiene la obligación de informar a la Comisión de la Unión Europea sobre el estado de conservación de los taxones incluidos en el anexo I (Directiva de Aves) y anexos II, IV y V (Directiva de Hábitats).

<sup>3</sup> <https://rsis.ramsar.org/es/rsis/234?language=es>

<sup>4</sup> <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem>

# ESTADO DE CONSERVACIÓN

Se ha tomado como referencia fundamental el Plan Hidrológico del Guadalquivir, elaborado bajo la **Directiva Marco del Agua**. En comparación con otros planes, éste incorpora el mayor volumen de información cuantitativa sobre el estado de las diferentes masas de agua y su biología asociada, si bien la información queda lejos de las prescripciones de la Directiva europea. Las razones se pueden encontrar en aspectos de la transposición y aplicación de la Directiva, la disponibilidad de información y de indicadores, así como la propia gestión del plan.

Por otro lado, se ha recurrido a la información incluida en los planes de gestión del Espacio Natural Protegido de Doñana, así como las fichas elaboradas en el marco de la Directiva de Hábitats.

La información se presenta por tipos de masas de agua y de ecosistemas asociados a estas masas. Los datos de los planes oficiales se acompañan de información científica recopilada para este informe, tanto de publicaciones como de aportaciones por escrito o en persona (en el Taller de Expertos del Agua de Doñana) de diferentes investigadores y gestores.

## MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

Según la planificación hidrológica vigente, el acuífero de Doñana (Almonte-Marismas) ubicado en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, se ha dividido en 2016 en cinco masas de agua subterráneas administrativas, de las cuales tres se encuentran en mal estado y dos en buen estado, tal y como refleja la tabla 1.

### CANTIDAD DE AGUA

El estado cuantitativo de las masas de agua se establece en base a criterios recogidos en la Directiva Marco del Agua. Según el plan "... los criterios para el mal estado cuantitativo de una masa de agua subterránea son:

- El índice de explotación supera el 80% del recurso disponible. A excepción de las masas de agua ... [Marisma de Doñana, Manto Eólico Litoral de Doñana y la Rocina] ... en que son superiores las restricciones medioambientales.
- Existe una tendencia clara de disminución de los niveles piezométricos.
- Existe una tendencia clara de disminución de los caudales surgentes pudiéndose producir una afección ambiental.

Tabla 1. Estado de las masas subterráneas superficiales.

5 Masas de agua subterráneas	Buen estado	Mal estado
Cantidad	Manto eólico Marisma de Doñana La Rocina	Marismas Almonte La Rocina
Calidad	Manto eólico Marisma de Doñana	Almonte Marismas

Además de estas masas, para una revisión en detalle deben considerarse también las masas de agua en la margen izquierda del Guadalquivir: Lebrija, aquellas con relación hidrogeológica con Doñana (p. ej. Aljarafe) y la porción del acuífero Almonte-Marismas, que pertenece administrativamente a la demarcación del Tinto-Odiel-Piedras (ES064). En este documento dichas masas están solo parcialmente consideradas.

Para las masas ... Almonte, ... Marismas, ... Marismas de Doñana, ... Manto Eólico Litoral de Doñana y ... la Rocina se han utilizado los datos del *Informe de estado de la masa de agua subterránea 05.51 Almonte-Marismas, año hidrológico 2012-2013* realizado por la Comisaría de Aguas de este Organismo ...<sup>5</sup>.

La clasificación del estado cuantitativo debe realizarse teniendo en cuenta tres aspectos: el índice de explotación, los niveles piezométricos y las posibles afecciones a ecosistemas dependientes. Este tercer aspecto (denominado "estado manantiales") no ha sido valorado en el PHG independientemente (Anexo 7, Apéndice 3, Tabla 1), sino solamente a través de un coeficiente (sin justificar su valor en detalle, pero explicado por Cifuentes<sup>6</sup> en el taller) asignado al Índice de Explotación. El grado de confianza de la valoración del estado es, según el propio PHG, "media", cuestión que contrasta con la presentación del coeficiente con valores que se definen con dos decimales (p. ej. 14,88%).

El cálculo de ese valor del Índice de Explotación, por su parte, presenta muchas incertidumbres, tanto en relación con la recarga como con las extracciones. En cuanto a la recarga, si bien el PHG reconoce que el cambio climático tendrá un efecto negativo sobre la disponibilidad del agua en la cuenca (del 6-8% sobre el periodo 1940-2005 y del 11-13% sobre el periodo 1960-1990)<sup>7</sup>, en comparación con el PHG 2013 ha utilizado una modelización diferente de las precipitaciones que incrementa la disponibilidad en un 17%, por lo que los datos de escorrentía y recarga de acuíferos se han visto muy alterados. Así, la recarga de los acuíferos de Doñana ha variado de 250 hm<sup>3</sup>/año<sup>8</sup> en el PHG 2013 a 268,99 hm<sup>3</sup>/año en el PHG 2016<sup>9</sup>.

Estos datos son significativamente superiores a muchos estudios científicos (Custodio y otros, 2007).

<sup>5</sup> PHG2016: Anexo 7:18 (antes 57).

<sup>6</sup> Se trata de distribuir la asignación de volúmenes medioambientales del PHG 2010-2015 del total de la masa de agua Almonte-Marismas proporcionalmente por superficie a solo tres masas (las de mayor relevancia ambiental) según la nueva designación de masas en el PHG 2016-2021.

<sup>7</sup> PHG 2016, Anexo 1, Tabla 58.

<sup>8</sup> Dato correspondiente a la recarga del acuífero en el Guadalquivir. Según el Plan, la parte proporcional a la demarcación del Guadalquivir correspondería un 82% de la recarga completa (250 hm<sup>3</sup>). Aparentemente, los datos correspondientes a la parte del río Odiel no han variado en los trabajos para la revisión del Plan Hidrológico del Tinto, Odiel y Piedras 2016-2021.

<sup>9</sup> Custodio (com.pers. mayo 2016) considera que esta variación es pequeña y la incertidumbre es mayor; pero se debe evaluar la incertidumbre; esto evitaría desconfianzas y mostraría qué fiabilidad tiene la planificación y qué hay que hacer para conocer mejor lo que es significativo.

## NO SE CONOCE CON CERTEZA CUÁNTA AGUA SE EXTRAER DEL ACUÍFERO.

Las estimaciones de las entradas totales del PHG, denominadas en el plan como recarga anual, integran distintas fuentes de información y hacen referencia al periodo 1940-2012. Los recursos naturales disponibles, tal y como se definen en el PHG, se calculan a través de un balance general de agua con los siguientes componentes: infiltración, recargas laterales desde otras masas, recarga desde la red fluvial o humedales conectados, retornos de riego y otros, de las que han sustraído las transferencias laterales naturales a otras masas de agua subterráneas (MASb) y los drenajes a ríos y manantiales. Los flujos entrantes desde otras MASb son de difícil estimación ya que los límites entre las MASb de Almonte, la Rocina y Manto Eólico del acuífero libre y Marismas y Marismas de Doñana en el acuífero confinado, son de carácter administrativo, debido al Plan Especial de Ordenación de las zonas de regadío ubicadas al norte de la Corona Forestal de Doñana y a la delimitación del Parque Nacional de Doñana, respectivamente. Esta división supera la capacidad del modelo matemático del acuífero actualmente disponible, como explicó Guardiola en el Taller. Una posible solución sería la aplicación de un modelo matemático de aguas subterráneas en el que se introduzcan los límites entre las masas como zonas para extraer los balances de agua.

Por su parte, las incertidumbres en relación con el Índice de Explotación son aún mayores porque no se conoce con certeza cuánta agua se extrae, lo que impide calibrar adecuadamente el modelo del acuífero.

También se debe mencionar que existe una red de medidas piezométricas, de un largo periodo e incluso de medida continua, que permite una buena evaluación del estado de las MASb. De estos, 52 están equipados con sensores en medidas en continuos, instalados desde el año 2001 hasta 2012, cuando fueron instalados dos nuevos.

El último informe de la CHG sobre el estado del acuífero<sup>10</sup> sigue sin considerar las afecciones a los ecosistemas. En él, la CHG califica la situación general del acuífero como de “Alerta” (Ie=0,29<sup>11</sup>), aunque destacan zonas en nivel de “Alarma”, como las situadas en el ecotono norte (Los Hatos), el Norte de El Rocío y Matalagrana. En cualquier caso, la tendencia general del acuífero sigue siendo descendente. Es importante señalar, además, que dicho Índice de Estado es un valor relativo resultado de comparar el estado actual del acuífero con el de los últimos 22 años, y que no refleja los descensos acumulados por el acuífero desde que se tienen registros en los años 70.

El propio informe del acuífero de la CHG reconoce las limitaciones para informar sobre el estado de las cinco submasas en las que se ha dividido el acuífero en el nuevo Plan Hidrológico del Guadalquivir. Se evidencia claramente el carácter artificial de esa subdivisión y la dificultad que implica para la gestión del sistema de aguas subterráneas.

El informe de Confederación concluye que “este análisis permite afirmar que el actual grado y modo de explotación de los recursos subterráneos en una parte significativa de la MASb que, de mantenerse, comprometería el buen estado de la masa de agua subterránea y de los ecosistemas terrestres que dependen de ella”. Vuelve a ignorar el tercer indicador que marcan la Directiva Marco del Agua y la Instrucción de Planificación Hidrológica para evaluar el estado cuantitativo de una MASb: la afección a los ecosistemas, dando por hecho que no se están viendo afectados sin aportar datos que lo demuestren y, a pesar de la evidencia científica acumulada, que puede verse en el presente informe. El informe de la CHG considera, además, que las medidas que está tomando en la actualidad son suficientes para recuperar el acuífero y no menciona siquiera la necesidad de declarar el acuífero, o las submasas en las que artificialmente

<sup>10</sup> [www.wwf.es/informechgdonana](http://www.wwf.es/informechgdonana)

<sup>11</sup> El Índice de Estado (Ie), para el informe del acuífero 2014/2015, se calcula en función de los niveles del acuífero en los últimos 22 años. A la media aritmética de los valores corresponde un valor de 0,5 y a los valores de máxima y mínima profundidad del agua de la serie corresponden 0 y 1, respectivamente. CHG asocia los diferentes valores de Ie a distintas calificaciones, siendo Ie = 1 Máximo Nivel Histórico; 0,5 < Ie < 1 Situación de Normalidad; 0,3 < Ie < 0,5 Situación de Prealerta; 0,15 < Ie < 0,3 Situación de Alerta; 0 < Ie < 0,15 Situación de Alarma; Ie = 0 Mínimo Nivel Histórico.

lo ha dividido, “en riesgo”, algo que debería haber hecho automáticamente el Plan Hidrológico del Guadalquivir al evaluarlas como “en mal estado cuantitativo”, de acuerdo con las previsiones de la Ley de Aguas y siguiendo la práctica de otras Confederaciones Hidrográficas de España.

A pesar de que el Plan Hidrológico del Guadalquivir estima que el estado del acuífero no afecta a los caudales surgentes y por tanto no produce afección significativa alguna, el PORN hace otro análisis más matizado. El Borrador del PORN (2015) valora de la siguiente manera: “... la disminución generalizada de los niveles piezométricos tiene a su vez **implicaciones sobre la distribución y el estado de la vegetación freatófila en Doñana**. No obstante, cabe reseñar que la eliminación de prácticamente todo el eucaliptal en el ámbito del Espacio Natural y su entorno, con objeto de reducir el elevado consumo hídrico asociado a la presencia de este tipo de arbolado, tiende a compensar parcialmente los efectos locales de este proceso. En general, los **datos disponibles parecen evidenciar que pese a la tendencia negativa de los niveles piezométricos** de determinadas áreas del acuífero, agravado por las periódicas sequías interanuales propias del clima mediterráneo, **el sistema en su conjunto se mantiene estable**, presentando una **reducción de las tendencias de descenso** mostradas en las series históricas e **incluso evidenciando evoluciones positivas** en la oscilación de los niveles piezométricos en algunos sectores considerados como preocupantes...”

UNESCO (2015), por su parte, destaca que la mayor preocupación por la conservación de la integridad del Patrimonio de la Humanidad radica en el uso del agua, particularmente el uso de agua subterránea para el regadío. Resalta asimismo el carácter fundamental del agua para asegurar el funcionamiento de los ecosistemas que distinguen el espacio natural.

Adicionalmente, se han encontrado datos y referencias sobre estudios científicos recientes correspondientes a los niveles piezométricos o afecciones a ecosistemas dependientes en estas masas de agua. Por ejemplo, en el Taller de Expertos, Custodio, Guardiola y Mediavilla se refirieron a la existencia del modelo de simulación del acuífero, si bien este modelo está pendiente de calibración, en particular por la escasa fiabilidad de los datos de consumo en la agricultura. Guardiola se refirió a “incertidumbres muy grandes” en el conocimiento sobre el acuífero. Además, Mediavilla insistió en definir correctamente y analizar el ámbito hidrogeológico relevante para Doñana, abarcando, por ejemplo, el acuífero de El Aljarafe. Mediavilla también insistió en la necesidad de tomar mejores mediciones del freático, ya que éste tiene efectos más inmediatos sobre la vegetación y los ecosistemas.

Olías Álvarez y Rodríguez-Rodríguez (2013) ponen de manifiesto que en los piezómetros profundos (acuífero confinado) se detectan descensos preocupantes. En este trabajo se han analizado los datos de la red de control piezométrico de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir desde 1994 a 2012, que recientemente se han puesto a disposición pública. Este periodo es algo más húmedo de la media y, además, los primeros años coinciden con el final de un periodo seco muy intenso, lo cual disimula la magnitud de los descensos reales. Comparando años con el mismo

## UNESCO DESTACA QUE LA MAYOR PREOCUPACIÓN POR LA CONSERVACIÓN DE LA INTEGRIDAD DEL PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD RADICA EN EL USO DEL AGUA.

## EL DESCENSO DEL NIVEL FREÁTICO AFECTA DIRECTAMENTE AL SISTEMA DE LAGUNAS.

contexto pluviométrico se pone de manifiesto una clara tendencia al descenso en los piezómetros profundos en amplias zonas de Doñana (sobre todo el arroyo de la Rocina y el entorno de Matalascañas). Los piezómetros más someros muestran una evolución más irregular espacialmente, aunque también preocupante en las zonas citadas, donde pequeños descensos pueden tener un gran impacto ecológico. Guardiola-Albert y Jackson (2011) estudian el **impacto del cambio climático sobre la recarga de acuíferos** en 2080, indicando una disminución media de 14-57% comparado con datos históricos (1975-1998), asociada a una bajada del acuífero de entre 0-17 metros. Las simulaciones indican que también bajarán las descargas de forma importante a los arroyos, como la Rocina (entre -55 y -25%) y hacia la Marisma (entre -68 y -43%). Sin embargo, parece evidente que estos ecosistemas dependientes del acuífero están experimentando ya importantes cambios y deterioros.

Muñoz-Reinoso (2001) informa de que los cambios en la vegetación en los últimos 30 años van hacia una vegetación más xerofítica, debido a una menor disponibilidad de agua. Analizando la edad de los pinos más viejos en lagunas secas, sugiere que este proceso empezó en 1973-1974, debido a extracciones y, en menor grado, el aumento de la transpiración. Lloret y otros (2016) informan sobre cambios significativos durante la sequía de 2005 en la vegetación del Parque Nacional con un incremento de la vegetación de monte blanco y sabinar. En el Taller, Santamaría se refiere a la tendencia de extensión del sabinar costero en los últimos 40 años incluso en zonas tradicionalmente húmedas (García y otros, 2014), siendo posible que se deba a la bajada del acuífero, ya que el sabinar no tolera el freático alto. Añadió que no había trabajos de detalle sobre el deterioro de las fresnedas en Doñana, por ejemplo en el Coto del Rey. Igualmente, Ricardo Díaz-Delgado (com. pers. junio 2016) comunicó que los datos procedentes de las parcelas del Programa de Seguimiento Ecológico a Largo Plazo en el bosque de ribera del Arroyo de la Rocina desde 2005 revela un incremento de la presencia y densidad del fresno frente al sauce, especies ambas indicadoras del estado del freático (Rodríguez-González y otros, en revisión). En resumen, en la Reserva Biológica de Doñana con los datos del Programa de Seguimiento a Largo Plazo desde 2008, se evidencia una tendencia significativa en la pérdida de superficie ocupada por monte negro (matorral denso dominado por *Erica scoparia* con una mayor dependencia de humedad en el suelo) en favor del monte intermedio (matorral más abierto de transición hacia el monte blanco, llamado así por el color blanquecino de sus hojas, más adaptadas a la sequía). Díaz Paniagua y Serrano (2015) destacan que "... una de las consecuencias más evidentes del descenso de los niveles afecta directamente al **sistema de lagunas**, ya que al quedar más distante el nivel freático es más difícil que, al subir tras lluvias intensas, intercepte la superficie topográfica de las lagunas que, cuando se inundan, tienden además a tener menor hidroperiodo ...". Un estudio realizado con teledetección, analizando la superficie de inundación de las lagunas en las últimas décadas, Gómez-Rodríguez y otros (2010) detectaron el acortamiento del hidroperiodo de las lagunas temporales de la Reserva Biológica. Un síntoma más evidente aún del deterioro del acuífero es la desecación completa de determinadas lagunas, y "... los extremadamente bajos niveles a los que ha llegado en los últimos años la única laguna permanente del Parque, la laguna de Santa Olalla...". "... Usando imágenes de satélite Landsat (1975-2014), ... en todas [lagunas] se observa un incremento... de su dependencia de las lluvias anuales...". "Estos resultados indican que la red de lagunas está severamente amenazada de desecación..." (Díaz Paniagua y Aragonés, 2015). Las consecuencias del estado del acuífero sobre las lagunas se desarrollan más en el apartado *Lagos: marismas y lagunas*.

Diversos trabajos [Manzano y otros (2013), Lozano y otros (2005), Lozano (2004), Trick (1998), Trick y Custodio (2004); Gómez Ortiz y otros (2010), Higuera (2014)] muestran que hace bastantes años que se vienen observando síntomas en superficie de cambios en la red de flujo de agua subterránea y en la relación aguas subterráneas-

lagunas y arroyos, también en relación con la calidad de las aguas, como se muestra en el siguiente apartado. En general, el hidroperiodo de muchos elementos hídricos superficiales pasó de ser permanente o estacional a ser cada vez más temporal e incluso esporádico.

Las distintas modelaciones numéricas del flujo de agua subterránea realizadas por el grupo Universidad Politécnica de Cataluña-Universidad Politécnica de Cartagena (Trick, 1998; Castro, 1999; Lozano, 2004; Juárez y otros, 2012) indican que los cambios observados se pueden explicar como resultado de la acomodación de la red de flujo a la nueva relación recarga/descarga del acuífero tras la perturbación de las condiciones naturales debido a varios cambios de manejo del agua y el territorio: plantación de eucaliptos en los años 1950 y 1960; inicio de la explotación intensa del acuífero; erradicación de eucaliptos entre 1990 y 2000; desplazamiento de explotaciones hacia el NO en la cuenca de la Rocina; etc. Una aproximación numérica indica que el acuífero del manto eólico necesita del orden de 60 años para alcanzar un nuevo equilibrio (Lozano, 2004). El cambio climático agravaría los efectos de los cambios de gestión mencionados y alargaría el tiempo necesario para que el sistema alcanzara una nueva situación de equilibrio (Custodio y otros, 2007).

## CALIDAD DEL AGUA

El Plan Hidrológico del Guadalquivir de 2016 monitorea y evalúa la calidad del agua solo para algunas masas y contaminantes, siempre con datos de 2009. El mal estado químico se determina para tres masas de agua subterráneas: Almonte (nitratos), Marismas (nitratos) y Lebrija (nitratos y conductividad), procedentes de fuentes difusas (% uso agrícola) y puntuales. Sorprende que con su elevada cobertura agrícola (35%) la masa de agua subterránea la Rocina no presente valores elevados de nitratos, si bien faltan estudios de detalle (Custodio, com. pers. mayo 2016).

La información científica disponible indica que el estado cuantitativo de las aguas subterráneas también tiene efectos sobre su calidad. El análisis de series temporales de datos hidroquímicos, isotópicos y de niveles freáticos y piezométricos en distintas zonas del manto eólico muestra que hace ya tiempo que se están produciendo cambios en la composición química del agua subterránea poco profunda del entorno de ciertas lagunas (p.e. Charco del Toro) como consecuencia del aislamiento de las mismas del sistema de flujo regional de agua subterránea (Manzano y otros, 2013). Los sedimentos de las cubetas están acumulando azufre de origen atmosférico en forma mineral y asociado a materia orgánica. Cuando ocasionalmente se producen lluvias importantes, parte del azufre es oxidado a sulfato, que es muy soluble. El sulfato se convierte en el anión más abundante en el agua, que se infiltra hasta la zona saturada y genera cierta extensión de aguas sulfatadas cálcicas alrededor de esas cubetas. En condiciones naturales esas aguas deberían ser cloruradas sódicas.

En cuanto a la calidad de las aguas subterráneas, Olías y otros (2008) confirman que el acuífero sufre contaminación por fertilizantes.

## BIODIVERSIDAD

Ni el PHG ni el borrador del PRUG hacen referencia a la stygofauna del acuífero de Doñana. Los datos en España sobre la fauna acuática subterránea son escasos, no obstante existen trabajos específicos en Doñana sobre comunidades microbianas que realizan servicios ecosistémicos tales como la reducción de nitratos y sulfatos en zonas del acuífero afectadas por contaminación agrícola (Velasco Ayuso y otros, 2009; Velasco Ayuso, 2010). Por otro lado, el sector de acuífero más relevante ecológicamente, el manto eólico, tiene un tamaño de poro muy pequeño como para que puedan existir especies de microorganismos mayores.

## ECOSISTEMAS O MASAS DE AGUA SUPERFICIALES

El Plan Hidrológico del Guadalquivir identifica en Doñana 18 masas de agua superficiales: de tipo río (3), de tipo lago (8), transicional (4) y costero (3). De todas estas masas de agua, 12 son naturales, 5 muy modificadas y 1 artificial (Laguna del Tarelo). Como puede verse en la tabla 2, el PHG considera que, de estas masas, 11 están en buen estado y 7 en mal estado.

Tabla 2. Estado de las masas de agua superficiales.

18 Masas de agua superficiales	Estado			
	Muy bueno	Bueno	Moderado	Malo
Ríos (3)		Caño Guadamar, Arroyo de la Rocina		Madre de las Marismas/ Arroyo del Partido
Lagos (8)	Lagunas peridunares, Corrales, Marisma,	Abalarío	Plana del Partido, Coto del Rey, Veta la Palma	Laguna del Tarelo
Transición (4)		Bonanza, Desembocadora		Caño Guadamar, Brazo del Este
Costeras (3)		Todas		
	PHG no toma medidas específicas		PHG toma medidas específicas	

Tabla 3. Calidad de los indicadores.

Indicadores	Masas de agua				
	Ríos	Lagos	Transición	Costeras	
Biológicos	Fitoplacton	NO	2009	SÍ	2009
	Macrófito/otra flora	NO	NO	NO	NO
	Diatomeas	2009			
	Macroinvertebrados	2009	Anterior 2004	SÍ	NO
	Peces	NO	NO	NO	
Hidromorfológicos	Hidrología	NO	NO	NO	NO
	Continuidad	NO			
	Morfología	2009	NO	NO	NO
Físico-químicos	2009	Parcial	SÍ	NO	

VERDE: Indicadores que se han usado para la clasificación del estado de las masas de agua con datos aparentemente actuales y completos.

AMARILLO: Indicadores utilizados con datos antiguos o se usan solamente parte de los indicadores que establece la Directiva.

ROJO: Indicadores no utilizados, a pesar de su prescripción por parte de la Directiva Marco del Agua.

## RÍOS Y RIBERAS

En Doñana se han considerado por el PHG tres masas de agua tipo río, el Arroyo Madre de las Marismas (incluyendo el Arroyo del Partido), la Rocina y el Caño Guadamar, y de los cuales la Madre de las Marismas está en mal estado, y las otras dos en buen estado. Esta valoración se basa sin embargo en muy pocos elementos de calidad, tal y como se refleja en la tabla 3. La valoración del estado ecológico se basa únicamente en uno o dos elementos de calidad, considerándose valores buenos para las 3 masas en cuanto a macroinvertebrados, y la valoración de diatomeas a través del Índice de Polusensibilidad Específica (IPS), siendo ésta mala para el arroyo Madre de las Marismas y buena para el arroyo de la Rocina.

En todos los casos, la confianza en la valoración es media, se supone por la falta de valoración de otros elementos de calidad, como el fitoplancton y los peces. En cuanto a la evolución/monitoreo, los últimos datos son de 2009. Para el Arroyo de la Rocina se reportan mejoras en cuanto a los índices de calidad (QE) relacionados con los organismos fitobentónicos y los macroinvertebrados, en comparación con monitoreos previos. Para el Caño Guadamar, se reportan mejoras modelizadas en su contaminación por nitrógeno, debido a las medidas tomadas en el anterior PHG.

En el PHG (Anexo 5, Apéndice 2, Tabla 10), se recoge la evaluación de los ríos y riberas que hace el Borrador del PORN: "... el grado de conservación de las riberas y sistemas fluviales de la zona protegida se valora, en conjunto, como desfavorable, si bien su tendencia es positiva y se conservan sectores de alto valor ambiental y ecológico, entre los que destaca el tramo final del arroyo de la Rocina o los Sotos Grande y Chico. El grado de conservación de los hábitats y especies asociados a estos ecosistemas se valora igualmente como desfavorable (Junta de Andalucía, 2014-Borrador PORN del Espacio Natural Doñana)..."

Tanto los datos recogidos por Espinar y otros (2015) sobre la marisma como por Serrano y otros (2006) indican el **incremento de la concentración de nutrientes** (fósforo y nitrógeno) en los afluentes a Doñana, y cuyos datos son consistentes con el aumento poblacional y del uso intensivo del suelo, a la par que la inoperatividad de la depuración de las aguas residuales.

Según Bravo y otros (2005) no hay macrófitos en los tramos bajos del arroyo del Partido como consecuencia de su elevada contaminación por aguas residuales urbanas, por lo que este Elemento de Calidad debería valorarse peor que bueno.

Según Juárez y otros (2012), "... el área está afectada por el incremento de las extracciones de agua subterránea profunda, lo que ha ido provocando una **disminución del agua presente en los arroyos** y caños de algunas zonas, procedentes del drenaje del acuífero freático, con lo que han decrecido los aportes al arroyo de la Rocina y a la Marisma. En áreas próximas a la zona regable, los caudales de los arroyos se han visto sustituidas temporalmente por el agua de drenaje de los excedentes de riego...". "... Allí donde el descenso es mayor (riego con agua subterránea de los arrozales del área de los Hatos y en los campos agrícolas de los alrededores de El Rocío) los arroyos permanecen secos y parte de la población de alcornocos se ha quedado sin alimentación freática y ha ido muriendo progresivamente..." (Custodio, 2008).

Lamentablemente, a día de hoy no existe una red fiable de **medición de caudales** de los arroyos. Los aforos de la Rocina y el Partido dejaron de ser operativos en el año 1989. Los valores (simulados) agregados por parte de la CHG se pueden descargar, para el periodo 1981-2013, de la web del Cedex<sup>12</sup>. Según Cifuentes (com. pers. en el

<sup>12</sup> <http://ceh-flumen64.cedex.es/anuarioforos/default.asp>

## A DÍA DE HOY NO EXISTE UNA RED FIABLE DE MEDICIÓN DE CAUDALES DE LOS ARROYOS QUE VIERTEN A DOÑANA.

taller, mayo 2016), el arroyo de la Rocina dispone actualmente de un limnógrafo en la Canaliega, que informa sobre los niveles pero no sobre los caudales circulantes:

Los datos para el arroyo de la Rocina se muestran a continuación:

----- Aportaciones en m³ -----  
 NOTA: El valor -100.00 indica que no existe dato.

Estac.Tipo	Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
S150 ANA 1981-82		0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
S150 ANA 1982-84		0.0	84.2	15.2	2.1	0.4	0.7	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	111.9
S150 ANA 1984-85		0.0	0.0	0.7	0.6	4.5	0.3	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	13.3
S150 ANA 1985-86		0.0	0.0	0.3	0.5	1.1	0.8	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
S150 ANA 1986-87		0.0	0.2	0.2	0.4	1.3	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
S150 ANA 1987-88		0.1	0.5	15.2	7.7	2.7	0.5	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	27.3
S150 ANA 1991-92		-100.0	-100.0	-100.0	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-100.0
S150 ANA 2011-12		-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	0.4	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0
S150 ANA 2012-13		0.1	1.1	1.0	1.3	-100.0	-100.0	-100.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0

Los datos para el arroyo del Partido son los siguientes:

----- Aportaciones en m³ -----  
 NOTA: El valor -100.00 indica que no existe dato.

Estac.Tipo	Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
S151 ANA 1981-82		0.0	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
S151 ANA 1988-89		0.0	2.2	0.2	0.4	0.1	0.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.3

Existen otras dos estaciones en la zona, en Cañada Mayor y en Portachuelo, sin datos en la web.

Con el objetivo de obtener datos más precisos, Kohfahl y otros (2015) están instalando una red de control de recarga natural cofinanciada mediante Fondos Europeos para la investigación (SE Infraestructuras Científicas y Técnicas y Equipamiento 2013; IGME13-1E-2113). La infraestructura consiste en un meteo-lisímetro de pesada, 30 sensores de humedad, conductividad y temperatura, cinco piezómetros someros equipados con sensores OTT y cinco estaciones climatológicas. La instalación se realizará en 5 emplazamientos con condiciones diferentes de suelo y vegetación. Las instalaciones se incorporarán en Infraestructura Científica y Tecnológica Singular ICTS-RBD<sup>13</sup>, gestionada por la EBD-CSIC en la Reserva Biológica de Doñana, lo que permite un seguimiento online de los parámetros monitorizados facilitando el acceso público online a los datos.

En cuanto a las poblaciones de peces, De Miguel y otros (2013) concluyen en cuanto al río Guadamar que los datos de 2006-2007 reflejan que la riqueza y diversidad de la piscifauna está afectada por un conjunto de impactos antropogénicos y no solamente por el vertido tóxico de 1998 y sus consecuencias.

En el Taller de Expertos, Fernández-Delgado informa sobre la extinción de tres especies de peces en Doñana, el espinosillo (*Gasterosteus aculeatus*) en los años 70, posiblemente a causa de la introducción de especies invasoras como el black-bass (*Micropterus salmoides*), el cacho (*Squalius pyrenaicus*) y la pardilla (*Iberochondrostoma lemmingii*), que estaban presentes en el arroyo de la Rocina, y cuya desaparición se debe probablemente al empeoramiento de la calidad del agua (también Fernández Delgado y otros, 2000 y 2014).

El PHG 2016 monitorea y evalúa la calidad del agua sólo para algunas masas y contaminantes, siempre con datos de 2009. En cuanto a las masas de agua superficiales, solo el arroyo Madre de las Marismas se clasifica en mal estado (nitrógeno, fósforo,

<sup>13</sup> <http://icts.ebd.csic.es>

amonio). A pesar del intenso uso agrícola, los productos fitosanitarios no aparecen en la lista de causantes de mal estado.

El Borrador del PORN (2015) explica que "... puntualmente pueden darse también problemas relacionados con episodios de contaminación local o con la calidad de las aguas de algunos cursos fluviales tributarios, especialmente durante el periodo de estiaje. Los procesos de eutrofización asociados al aporte de nutrientes pueden llegar a derivar en mortandades de fauna que incrementan significativamente el riesgo de epizootias. Este problema afecta principalmente a las comunidades de anátidas, pero es especialmente crítico para aquellas con efectivos poblacionales menores o que presentan requerimientos de hábitat muy específicos, tales como la focha moruna (*Fulica cristata*), el porrón pardo (*Aythya nyroca*) o la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*)...". Estas tres especies están incluidas dentro del anexo I de la Directiva de Aves.

Vioque Fernández y otros (2009) deduce la más alta **presencia de agroquímicos** no persistentes a través de análisis ecotoxicológicos en cangrejos (*Procambarus clarkii*) en la zona arrocerá entre los ríos Guadalquivir y Guadamar, así como presencia alta en el tramo alto del arroyo de la Rocina y presencia moderada en el arroyo del Partido. Pueyo y otros (2011) referencian los siguientes compuestos en el arroyo de la Rocina: PCB138, Bromacyl y Dimethoate; en el arroyo del Partido: 4,4 DDD, Dichlofluamid, Folpet, Molinate; y en el Matochal-Guadamar: Malathion, Bromacyl, Dimethoate, Acrynathrin, Chlorpyrifos, Trifluraline, Penconazole y Methidathion.

En una campaña de muestreo realizada en 2008-2009, Tortosa y otros (2011) detectan para una de las estaciones de muestreo (S2) **valores superiores de nitrógeno a los permitidos por la Directiva 91/676/CEE**, siendo su origen inorgánico, muy probablemente procedente de las áreas agrícolas en la cuenca (Olías y otros, 2008). Sin embargo, el PHG 2016 considera la valoración de este elemento como "muy bueno" basado en datos de 2009.

García Sevillano y otros (2014) detecta la **presencia relevante de varios metales pesados** (Mn, Cu, Zn, y Cd) en ratones (*Mus spretus*) en las muestras tomadas en 2011 en el Matochal (arrozales cercanos al río Guadamar) y cercano al arroyo del Partido. Asimismo, Alcorlo y Baltanás (2013) identifican cinco metales pesados (As, Cd, Zn, Cu, Pb) en muestras de cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) en el Brazo del Este, el río Guadamar y en el Charco de la Boca (Marisma de Doñana) tomadas en 2000-2001. Ya en 1982-1983, cinco (de once) compuestos organoclorados y cinco metales pesados fueron encontrados en 57 especies de mamíferos en el Parque Nacional (Hernández y otros, 1985).

En el Estero de Domingo Rubio se mezclan contaminantes de diferente procedencia: por un lado, es inundado de forma periódica con altos niveles de elementos disueltos como cobre, arsénico, cadmio, cobalto, cromo, níquel y zinc, que proceden de los aportes de aguas del estuario del río Tinto ya afectadas por la contaminación minera y, por otro, el humedal recibe también lixiviados ácidos (líquidos contaminantes) derivados de vertederos de residuos de sulfuros, tuberías de efluentes industriales y plantas químicas abandonadas. Finalmente, la agricultura es otra fuente importante de contaminación difusa en el humedal con el aporte de nitratos y fosfatos, así como herbicidas y fertilizantes por la escorrentía agrícola. Finalmente, Domingo Rubio también recibe del estuario de Huelva flujos de fosfato de las balsas de fosfoyeso existentes en el margen derecho del río Tinto (Barba Brioso y otros, 2010).

La **deposición atmosférica de contaminantes** procedentes de la zona industrial de Huelva en el entorno del Parque Nacional de Doñana ha sido demostrada por Castillo y otros (2013) con datos des 2008 a 2011. El estudio refleja la presencia de antimonio, molibdeno, bismuto, arsénico, plomo, estaño y cadmio cerca de Matalascañas, así como la disolución de cobre, cinc, manganeso y níquel hacia elementos potencialmente tóxicos en las aguas costeras de Doñana.

## EN DOÑANA SE HA DETECTADO CONTAMINACIÓN POR AGROQUÍMICOS, VALORES DE NITRÓGENO SUPERIORES A LOS PERMITIDOS POR LA NORMATIVA EUROPEA, METALES PESADOS Y CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PROCEDENTES DE LA ZONA INDUSTRIAL DE HUELVA.

### LAGOS: MARISMAS Y LAGUNAS

En cuanto a las ocho masas de agua tipo lago (marismas, lagunas), la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir considera tres de ellas en muy buen estado (Lagunas peridunares, Corrales y Marisma de Doñana), una en buen estado (Abalarío), tres en estado moderado (Plana del Partido, Coto del Rey, Veta la Palma) y una en mal estado (Tarelo). Para todas ellas, la valoración se basa en un único criterio biológico, el fitoplancton medido en 2009, así como algún conjunto de datos sobre macrófitos<sup>14</sup> previos al año 2004. No se consideran datos sobre invertebrados ni peces en la valoración, ni se ha realizado un análisis serio de macrófitos actualizado. No se han evaluado elementos de calidad hidromorfológica. En cuanto a los elementos químicos, solo se dispone de los datos del seguimiento de humedales por parte de la Junta de Andalucía (aves acuáticas, algunos elementos físico-químicos, sin fósforo), el Plan Hidrológico del Guadalquivir asigna una valoración buena a todas las masas excepto a la laguna del Tarelo. El grado de confianza es medio.

En el PHG (Anexo 5, Apéndice 2, Tabla 10) se valora el Estado de Conservación de la Zona Protegida de Doñana como "... Favorable. En conjunto, los humedales de la zona protegida y sus HIC asociados presentan un estado ecológico satisfactorio, si bien es preciso destacar que su situación actual dista en gran medida de sus condiciones ecológicas originales, dado el intenso proceso de transformación al que se han visto

<sup>14</sup> En cuanto a macrófitos, el PHG (Anexo 7:7) referencia al uso de un estudio de 2004: "... para la caracterización de los humedales existentes al exterior del Ramsar de Doñana se utilizarán los trabajos de la tesis doctoral titulada *Evaluación Ecológica de los humedales del Sur de la Península Ibérica (Andalucía): Valor Indicador de las Comunidades de Macrófitos* realizado por el Doctor Fernando Ortega González (2004). En este estudio realizado al amparo de la Consejería de Medio Ambiente se establece un índice de calidad centrado en macrófitos que nos ha servido para determinar el estado de las masas de agua. Sobre el resto de humedales que se han incluido como masas de agua tipo lago, que pertenecen a la zona de Doñana, se ha utilizado el indicador de conservación recogido en las fichas individuales de los lagos realizadas para su inclusión en el Inventario Andaluz de Humedales confeccionadas por el Parque Nacional de Doñana...".



sometidos, tanto como consecuencia de la ocupación directa de zonas húmedas con fines agrícolas, como por causa de la modificación y alteración de su régimen natural de aportación. Al igual que el ecosistema de marismas, humedales y sistemas lagunares, que da sustento a los hábitats ocupados por estas especies, el grado de conservación de las aves acuáticas se valora globalmente como favorable, siendo su tendencia general positiva...". En Doñana Norte y Este, la valoración es desfavorable.

### MARISMAS

La realidad de la marisma no queda en absoluto reflejada en el PHG. En cuanto al Plan de Ordenación de los Recursos Naturales, a pesar de que el borrador del documento valora un estado ecológico satisfactorio para el grupo de marismas, humedales y sistemas lagunares, al mismo tiempo destaca que su situación actual dista en gran medida de sus condiciones ecológicas originales. El borrador del PORN (2015:195) añade que "... pueden identificarse una serie de problemas ambientales comunes para estos medios acuáticos, los cuales están relacionados:

- Con el déficit hídrico derivado de la pérdida neta en la aportación de caudales a la marisma, a consecuencia de la desviación de las avenidas del Guadiamar y los caudales del arroyo de la Cigüeña hacia la zona de Entremuros y también por la pérdida de las aportaciones del río Guadalquivir en periodos de avenida. Este déficit hídrico es consecuencia de las actuaciones realizadas en Doñana previamente a su declaración como área protegida<sup>15</sup>.
- Con la irregularidad de su régimen de aportación hídrico, casi exclusivamente pluvial y que por tanto es más dependiente de la variabilidad estacional e interanual del régimen de precipitaciones.

<sup>15</sup> [http://www.wwf.es/noticias/sala\\_de\\_prensa/noticias\\_aguas.cfm?39080](http://www.wwf.es/noticias/sala_de_prensa/noticias_aguas.cfm?39080)

- Con la **reducción en los aportes de recursos hídricos debido a la disminución de las descargas naturales del acuífero Almonte-Marismas** y de los **aportes procedentes de los sistemas fluviales** que aún vierten sus caudales a la marisma (el Partido, la Rocina, Cañada Mayor, etc.), a causa de la extracción de aguas subterráneas con destino a riego que se producen en el entorno del Espacio Natural.
- Con la intensificación de los procesos de colmatación y la alteración de los balances sedimentarios en las cuencas de los cursos fluviales tributarios de los humedales, debido a transformaciones y cambios de uso en zonas de cabecera, cañadas y tramos medios de sus cuencas vertientes (extensión de regadíos y cultivos intensivos bajo plástico).
- Con la **aparente disminución del hidroperiodo de las lagunas peridunares**, que aún requiere avanzar en el conocimiento sobre su dinámica para establecer con claridad relaciones causa/efecto con usos o actividades humanas...
- ... Con una tendencia histórica (1975-2014) de reducción del hidroperiodo en la marisma y vera sur y un incremento de éste en la marisma de la Madre de las Marismas y el entorno de este caño (Díaz-Delgado y otros, 2016)...

Los registros del Programa de Seguimiento de la dinámica de las formaciones y comunidades vegetales de Doñana para el periodo 1990-2013 muestran tendencias relacionadas con cambios en las especies dominantes de las comunidades vegetales de marisma, las cuales están estrechamente ligadas al régimen de inundación y al origen del aporte de recursos hídricos. Entre estas tendencias destacan: la **sustitución progresiva de las comunidades dominadas por bayunco por las dominadas por castañuela** y el aumento general de la superficie del almajar, en detrimento de junquillares y candilejos (*Juncus subulatus*). Cabe especialmente reseñar la reducción de la superficie ocupada por el junquillar negro en el área de La Vera, cuya presencia está vinculada al afloramiento de agua más dulce procedente de surgencias naturales del acuífero Almonte-Marismas, “... la desconexión ecológica entre el estuario del Guadalquivir y las marismas de Doñana condiciona también parcialmente los flujos ecológicos de especies como peces, invertebrados, anfibios, reptiles, etc., entre ambos medios, aunque también favorece el control de potenciales invasiones biológicas...” (Borrador PORN, 2015) como la *Spartina densiflora*.

Por ejemplo, la pérdida de poblaciones de porrón pardo y malvasía cabeciblanca (citados por Valverde históricamente como presentes en la marisma) se puede asociar a la desaparición de ambientes más permanentes con *Typha* spp. en la marisma (Green, com.pers. marzo 2016; Valverde, 1960).

La reducción del hidroperiodo en la marisma desde 1900 se utiliza como argumento para justificar el proyecto de regeneración hídrica Doñana 2005 (Saura y otros, 2001). En el Taller de Expertos del Agua en Doñana, Dolz expresó su preocupación por la falta de calibración del modelo existente de agua superficial en la marisma, ya que no había datos sobre las entradas ni las salidas de agua, problema que ya apuntó el Informe Hollis en 1989. Adicionalmente, habría que ajustar el modelo a los cambios introducidos por el proyecto Doñana 2005.

La aplicación del objetivo de la Directiva Marco del Agua de “no deterioro” es fundamental, ya que los humedales naturales y restaurados tienen más valor que los humedales artificiales. Sebastián-González y Green (2016) encuentran que los humedales artificiales en Doñana tienen valores de diversidad de aves significativamente menores que los humedales restaurados y naturales, con una pequeña diferencia entre las últimas dos.

En cuanto a la masa de agua Veta La Palma, Walton y otros (2015) recopila información sobre nutrientes, macrófitos, peces y aves acuáticas que podrían aportar información adicional a la valoración del estado de esta masa de agua. El artículo destaca el valor de la masa de agua para mitigar los impactos de la pérdida de marismas naturales sobre ciertas especies de avifauna.

De acuerdo con Espinar y otros (2015), la marisma de Doñana se encuentra en un rápido proceso de **eutrofización**, con **incrementos exponenciales de fósforo y nitrógeno (NO<sub>3</sub>) en los últimos 5 años**, una tendencia que ya indicaron Serrano y otros (2006) sobre las dos décadas anteriores. El incremento de la cobertura de la especie invasora *Azolla filiculoides* está muy probablemente vinculado al aumento de disponibilidad de fósforo debido a la eutrofización de los arroyos de entrada, así como al aumento de temperaturas mínimas en invierno. Se debería revisar la clasificación del estado de la masa de agua correspondiente, en cuanto al elemento físico-químico (nitrógeno y fósforo) y al elemento biológico (macrófitos). El incremento en nitrógeno y fósforo en humedales y su eutrofización resulta en una pérdida de especies en los humedales, tanto de fauna (anfibios, peces) como de flora.

## LA MARISMA DE DOÑANA SE ENCUENTRA EN UN RÁPIDO PROCESO DE EUTROFIZACIÓN, CON INCREMENTOS EXPONENCIALES DE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS.

Los datos existentes sobre peces (composición y abundancia, de 2003 a 2005, en 2011 y hasta 2013) en la marisma (Moreno Valcárcel y otros, 2013 y 2016; Moreno Valcárcel, 2015) muestran diferencias significativas con el muy buen estado, por lo que el elemento debería valorarse sin duda como “peor que bueno”. La abundancia es muy alta en Doñana (3-4 veces mayor que en las zonas de control de los estuarios del Guadiana, Piedras y Tinto-Odiel) y la composición se basa fundamentalmente en especies exóticas (Moreno Valcárcel, 2015), mientras que en marismas con influencia mareal dominan especies nativas. Este hecho se asocia a la eliminación de la influencia mareal en las marismas del estuario, existente al menos hasta 2015 cuando se realizaron obras de permeabilización (Moreno Valcárcel, 2015). También destaca la presencia de *Anguilla anguilla* y *Aphanius baeticus*, esta última en estado crítico. “... Tres de las seis especies dulceacuícolas citadas históricamente dentro de los límites de este espacio no han sido detectadas desde el año 2002 (*I. lemmingii*, *S. pyrenaicus* y *G. gymnurus*), mientras que de las tres restantes, dos se encuentran catalogadas como vulnerables en el contexto nacional, europeo e internacional” (Moreno Valcárcel, 2015).

En cuanto a las aves, la valoración tan positiva del estado de la zona protegida que hace el PHG en base a aves acuáticas debe analizarse detalladamente. En particular, las **anátidas invernantes en la zona natural de las marismas**, que se alimentan de macrófitos o de sus semillas, se han visto reducidas (Rendón y otros, 2008). Las poblaciones de anátidas, como el porrón común (Fox y otros, 2006) y fochas nidificantes también se han visto reducidas en los últimos 30 años. La

información referente a aves se desarrolla con más detalle al final de este capítulo, en el apartado *Especies de aves acuáticas más amenazadas*.

En el Taller de Expertos, Santamaría se refirió también al deterioro de la diversidad en la marisma debido al pisoteo del ganado, lo que favorece especies depredadoras entre los peces. El exceso de ganado también favorece la eutrofización de la marisma, al hacer el fósforo biodisponible.

## LAGUNAS

A pesar de que el PHG considera que las lagunas de Doñana están en un estado favorable, como ya se ha visto, la explotación intensiva del agua subterránea ha originado impactos sobre los ecosistemas, en algunos lugares muy significativos. Entre ellos puede mencionarse la reducción del agua disponible para las freatófitas autóctonas y para los caños de agua dulce, la modificación del periodo de inundación natural de muchos humedales pequeños, y los cambios en el balance de sales de algunos de estos humedales (Ramsar, 2011).

Según Custodio (2008) “... En las áreas lagunares el **descenso del nivel freático y piezométrico profundo** se traduce en cambios progresivos, dentro de las notables fluctuaciones estacionales e interanuales cuando esas lagunas están en áreas de recarga, tales como:

- disminución del área encharcada y de vegetación freatófita y mayores salinidades al final de la época estival, como sucede en el sistema lagunar de Santa Olalla;
- paso de laguna permanente o semipermanente a temporal e inicio de la mineralización de los sedimentos de fondo de laguna, como sucede en la laguna del Charco del Toro;
- transformación de lagunas freáticas a lagunas temporales alimentadas por la lluvia y flujos hipodérmicos, al quedar el nivel freático por debajo de los sedimentos semipermeables de fondo (laguna de Río Oro, Laguna de Moguer) y proceso de degradación progresiva de dichos sedimentos...”.

Díaz Paniagua (2008) alerta de la **disminución de los aportes de las lagunas** del Brezo y Charco del Toro, y aporta detalles sobre la laguna de Zahillo, todas ellas en el Espacio Natural de Doñana, y detecta el cambio del hidroperiodo de las lagunas temporales de la Reserva Biológica (Gómez Ortiz y otros, 2010) y la desecación completa o tendencias de temporalización detectadas en las lagunas peridunares. Como se explica más adelante, en el posterior informe de 2013 y la publicación de 2015 se incluyen datos de más lagunas, incluyendo el Sopotón.

Díaz Paniagua (2013) informa que “...durante el anterior ciclo hidrológico, 2011-2012, la Estación Biológica de Doñana estuvo advirtiendo del mal estado en que se encuentran las lagunas peridunares de Doñana. Por su extensión y grado de inundación, estas son las lagunas más importantes del Parque Nacional. Dentro de los ecosistemas acuáticos de Doñana, las lagunas peridunares tienen una gran importancia pues constituyen los únicos medios (junto con los artificiales zacayones) que permanecen con agua durante el periodo estival en el manto eólico, albergando a especies estrictamente acuáticas y actuando de refugio de un gran número de especies que no resisten la desecación completa del área. Por ello, son importantes para la conservación de la biodiversidad de especies acuáticas del Parque... Los datos revelan que lagunas como Santa Olalla y Sopotón eran muy estables en la primera década, mientras que en los dos últimos periodos, han pasado a tener una gran dependencia de las lluvias. Es decir, antiguamente, según se observa con los datos de los años 80, estas lagunas podían

## LA POBLACIÓN DE ANÁTIDAS INVERNANTES EN LA ZONA NATURAL DE LAS MARISMAS SE HA REDUCIDA.

considerarse permanentes, gracias a que mantenían el continuo aporte del acuífero. En años más recientes, se puede decir que estas lagunas se han “temporalizado”, lo que se nota especialmente porque se secan o “casi secan” en años secos... A las tendencias de temporalización de las lagunas permanentes, hay que añadir la desecación constatada para las lagunas del Brezo y del Charco del Toro y el mal estado en que se encuentra la laguna del Zahillo, con un alto grado de acidez del agua debido a la falta de suficiente descarga para tamponar el pH. Asimismo, en general se observa el desarrollo creciente de vegetación sobre las cubetas de las lagunas (tarajes e incluso pinos) que también evidencian tendencias de desecación...”.

Un estudio reciente del hidroperiodo histórico de las lagunas del manto eólico mediante teledetección (Bustamante y otros, en prensa) revela tendencias contrapuestas entre las masas de agua en el interior de la zona protegida y las ubicadas en la zona no protegida dentro del manto eólico.

El borrador del PORN (2015) considera sin embargo que “... los registros y seguimiento de los niveles piezométricos en las zonas próximas a las áreas de extracción no permiten concluir relaciones directas entre la salida de agua con destino a abastecimiento humano y el descenso del hidroperiodo en las lagunas...” y añade “... mención aparte requiere la evaluación del grado de conservación de las lagunas temporales y sistemas endorreicos que aparecen en el área de los mantos eólicos de Doñana. Los seguimientos de estos ecosistemas realizados durante los últimos años indican que parece producirse una disminución del hidroperiodo y de la aportación de recursos hídricos a estos medios, al menos en algunas zonas. Tal es el caso de la laguna de Santa Olalla, así como de otros emplazamientos similares. El funcionamiento de estos sistemas depende en gran medida de las descargas locales del acuífero en el sector y también de la aportación directa de pluviales, siendo necesario avanzar en el conocimiento sobre las causas que pueden ocasionar este descenso en la disponibilidad de recursos hídricos. Si bien algunos autores han identificado como presión con incidencia significativa en las lagunas la extracción de agua con destino a abastecimiento de la localidad de Matalascañas, el seguimiento de los niveles piezométricos en las proximidades de las áreas de extracción no confirma dicha hipótesis, debiendo considerarse también la implicación de otros factores con incidencia potencial sobre este tipo de sistemas, entre ellos la tendencia natural a su desecación...”<sup>16</sup>.

Sin embargo, parece evidente que estos ecosistemas dependientes del acuífero están experimentando importantes cambios y deterioros. Díaz Paniagua y Serrano (2015), como ya se ha explicado en el apartado *Cantidad de Agua* referente al acuífero, vincula directamente la alteración del hidroperiodo de las lagunas con el deterioro del acuífero.

En cuanto a las lagunas, destaca entre su **vegetación** briofita *Riella helicophyla*, como algo raro. Además, en situación muy similar está *Ricciocarpos natans*, otro briofito que encontramos en lagunas y zacallones de Doñana. En general, entre los macrófitos es donde más se aprecian los problemas asociados al acortamiento del hidroperiodo (Díaz Paniagua, com.pers. mayo 2016). Díaz Paniagua (2015) describe las especies amenazadas asociadas al sistema de lagunas, además de *R. natans*, por ejemplo: *Caropsis verticillato-inundata*, *Callitriche lusitanica*, *Lemna trisulca*, *Wolffia arrhiza*, *Avellara fistulosa* o *Armeria gaditana*. También hay rotíferos y crustáceos zooplanctónicos amenazados e incluso solo citados en Doñana. En el Taller se mencionó que los últimos reductos para muchas de estas especies son los zacallones artificiales dentro de las lagunas con hidroperiodo cada vez más limitado.

<sup>16</sup> Si bien, en general, esta observación es correcta, el cierre completo de Doñana se realizó en 1998, fecha en la que también se reforzó el sistema de protección frente a posibles inundaciones desde el Guadalquivir.

También se presentan **cambios en la calidad de las aguas**, que afectan a fauna y flora: "... las charcas que se forman ocasionalmente en la laguna [del Charco del Toro] tras fuertes precipitaciones, alcanzan una grave acidez del agua (alcanzando valores puntuales de pH menores a 3), que producen la mortandad de las puestas de los sapos que intentan reproducirse en ella..." (Díaz Paniagua y otros, 2015). La causa de la acidificación son procesos químicos naturales que existen en estas lagunas; otra cosa es que la desecación haya cambiado la hidroquímica del freático somero de algunas lagunas y ahora no haya suficientes cationes para neutralizar la acidez natural que produce la oxidación de los sulfuros (Serrano, com.pers., mayo de 2016).

"Además, en ... la laguna del Taraje ... se observa ... la invasión de la cubeta por un bosque de tarajes..." (Díaz Paniagua y otros, 2015). "... Hay que tener en cuenta que el hecho de que llegaran a secarse las únicas lagunas permanentes estaría indicando que está seco todo el sistema [de Doñana], lo que puede tener consecuencias nefastas para la conservación de la flora y fauna acuáticas..." (Díaz Paniagua y Serrano, 2015).

Díaz Paniagua y otros (2014) también reportan la **pérdida de especies de odonata** (libélulas y caballitos del diablo) asociada en primer lugar al deterioro del acuífero y en segundo lugar a la especie invasora *Procambarus clarkii*. Así, en una comparación de datos históricos con muestreos realizados entre 2009 y 2013, de 42 especies que se consideran observadas en Doñana, solo se detectan en la actualidad 25, apreciándose una reducción considerable a partir de los años 80, así como la incorporación de cinco nuevas. La riqueza en especies sigue decayendo en la comparación de los muestreos en los años 2000-2009 con aquellos de 2010-2013. Entre las especies que no se detectan recientemente (*Orthetrum nitidinerve*, *Enallagma cyathigerum*, *Ischnura pumilio*, *Paragomphus genei*) se encuentra una especie con alto riesgo de amenaza. Desde 1959, 7 de las 10 especies de odonata incluidas en la Lista Roja han desaparecido en Doñana.

## SE HA DETECTADO LA PÉRDIDA DE ESPECIES DE LIBÉLULAS Y CABALLITOS DEL DIABLO EN LAS LAGUNAS DE DOÑANA: DE 42 ESPECIES OBSERVADAS HISTÓRICAMENTE A 25 EN LA ACTUALIDAD.

Respecto a la laguna de Tarelo, en la margen izquierda del Guadalquivir, hay que reconocer que la propia laguna es de origen artificial. Precisamente, por tratarse de un sistema muy reciente (formado desde 1986) parece mostrar una evolución relativamente rápida que se manifiesta en un aparente aumento progresivo de la salinidad, hasta alcanzar un equilibrio con las nuevas condiciones del medio. Si el objetivo que se persigue es que el sistema evolucione sin interferencias antrópicas hasta esta nueva situación y que las aguas presenten la mayor calidad posible, las alteraciones actuales derivan fundamentalmente de la contaminación de las aguas subterráneas a partir de las actividades agrícolas y, en menor medida, urbanas. La calidad del agua de recarga del acuífero está determinada por las características del agua que llega a la zona de riego

(probablemente de calidad deficiente, aunque no se dispone de datos) y de los vertidos que se producen en Monte Algaida: fertilizantes y productos fitosanitarios empleados en la agricultura y vertidos de líquidos residuales urbanos a través de fosas sépticas. Un riesgo adicional, que en la actualidad no parece probable, es la sobreexplotación del acuífero, lo que daría lugar a un descenso de la altura del agua en la laguna y, eventualmente, a su desecación (Moral y otros, 2008).

Kohfahl y otros (2016) estudian la presencia y el origen de arsénico natural en agua subterránea, zacallones y lagunas y detectan un control sedimentario por contenido de carbón orgánico en los sedimentos en combinación con actividades de metabolismo del fitoplancton en los zacallones.

Por otra parte, según quedó patente en el Taller de Expertos, los problemas de las lagunas no se limitan a la falta de cantidad o calidad de agua, también hay casos de destrucción directa. Así, Fuentelsaz se refirió al deterioro de las lagunas por presiones morfológicas (destrucción, canalización y plantación encima) en diferentes zonas de Doñana, por ejemplo en la finca La Torera, en la que se ha eliminado parte de la laguna de Juan Sardina, dentro del Parque Natural<sup>17</sup>. También sobre la finca Álamo-Alamillo, en la zona del Acebuche del Parque Natural, hay informes y denuncias que alertan de desaparición de lagunas, como la Cencerra Chica.

## AGUAS DE TRANSICIÓN

En Doñana, el PHG considera 4 masas de aguas transicionales, todas clasificadas como "muy modificadas": las marismas de Bonanza y la Desembocadura en buen estado, y el Guadiamar y el Brazo del Este en mal estado. El Plan no establece condiciones de referencia para estas masas, excepto para algunos indicadores de calidad físico-química; adicionalmente dicho Plan<sup>18</sup> no parece estar adecuado al Real Decreto 817/2015, no quedando claro cuáles son las condiciones de referencia y límites entre clases. Se evalúa el fitoplancton para todas las masas de agua de transición y los macroinvertebrados para tres de ellas (no para las marismas de Bonanza). No se consideran ni macrófitos ni peces entre los elementos de calidad ecológica. No se han evaluado elementos de calidad hidromorfológica. El Plan asigna una valoración físico-química<sup>19</sup> buena a todas las masas excepto a las marismas de Bonanza que están "en estudio". El grado de confianza es medio.

<sup>17</sup> Añade: "...Los datos de la CHG muestran que las captaciones para el suministro de agua a Matalascañas se realizan mediante 11 pozos, de los que habitualmente funcionan 7, a una profundidad de 150 m, en lo que podríamos denominar acuífero profundo, con un volumen autorizado de 2,75 hm<sup>3</sup> anuales, teniendo además un comportamiento muy estacional en cuanto a bombeos dado el incremento poblacional que sufre la urbanización durante los meses de julio y agosto fundamentalmente. Las relaciones entre las zonas del acuífero profundo y los niveles piezométricos revisten tal complejidad que resulta dudosa una relación tan directa entre los bombeos y el nivel piezométrico. De hecho, existen más de 10 puntos de medición histórica (desde 1966) próximos a las zonas de bombeo donde se han observado cambios significativos en niveles profundos del acuífero, sin que dichos cambios hayan tenido repercusión directa en los niveles someros del mismo. También suscita dudas que la reducción de las extracciones que se ha producido en los últimos años (2010: 2,64 hm<sup>3</sup>; 2011: 2,72 hm<sup>3</sup>; 2012: 2,49 hm<sup>3</sup>; 2013: 2,31 hm<sup>3</sup>) no haya tenido reflejo en el comportamiento de estos niveles ni en el régimen de inundación de las lagunas, probablemente debido a la influencia de la evapotranspiración sobre la evolución de los niveles piezométricos superficiales..." (2015). En el taller, Hernández y Serrano insistieron en la necesidad de aclarar qué pozos adicionales no contabilizados puedan existir en las urbanizaciones y el campo de golf, dado su irregular funcionamiento y las diferencias en las críticas que los vecinos emiten cuando se usa agua regenerada.

<sup>18</sup> PHG 2016, Anexo 2, Apéndice 1:31 refiriéndose a "Aguas de transición atlántica de renovación baja" como "Tipo1 IPH".

<sup>19</sup> Nótese que los datos sobre la calidad físico-química no están reflejados en la tabla resumen del documento del PHG, si bien en las tablas de detalle por cada elemento monitorizado. Esta falta de reflejo puede llevar a la confusión.

**85%**  
SUPERFICIE DE  
LLANOS MAREALES  
PERDIDA EN EL  
ESTUARIO DEL  
GUADALQUIVIR.

En cuanto al estuario, existe numerosa información que permitiría una valoración con mayor confianza y de más parámetros. CSIC (2010) lo define como un “estuario mesomareal de morfología convergente... reducido a un cauce principal con numerosas cortas y algunos caños mareales”. Destaca asimismo “... episodios prolongados de turbidez y toxicidad ... erosión de los arenales litorales... intrusión de arenas ... reducción crónica de la diversidad biológica y del potencial pesquero y marisquero, sedimentación de fangos y limos en las playas próximas a la desembocadura... La propagación de onda de marea y la circulación fluvial es escasamente unidimensional... La transformación del carácter oscilatorio de la onda de marea a lo largo del estuario ... tiene importantes consecuencias, entre otros, en la morfología del cauce, la formación de barras en el tercio superior, la erosión de las márgenes, la migración de los contornos, y en la magnitud y distribución espacio-temporal de los sólidos en suspensión, y la calidad de las aguas, especialmente, del oxígeno disuelto y de la toxicidad, así como en su distribución espacial y temporal y en su persistencia...”. Esto está “... favoreciendo la colmatación del estuario y la baja tasa de renovación de las aguas...”. “... El estuario no alcanza un estado de equilibrio morfodinámico; no hay un equilibrio entre la dinámica sedimentaria y la hidrodinámica... Las elevadas concentraciones de sólidos en suspensión limitan de forma severa la penetración de la luz... en promedio 20 veces [menor] que en otros estuarios similares, alcanzando en primavera valores 40 veces [menores]... debido a la turbidez de las aguas y la elevada carga de materia orgánica que recibe el estuario repercute en el alto grado de hipoxia que soporta...”. “... El impacto de la elevada concentración de CO<sub>2</sub> se aprecia tanto en la comunidad zooplanctónica como en la fauna bentónica ... [resultando en una] baja riqueza específica del bentos en el estuario...” “... El fitoplancton es incapaz de crecer debido a la limitación por luz que generan los sólidos en suspensión... En el estuario se puede encontrar un fitoplancton poco diverso que incluye ... fitoplancton tóxico ... concentrándose en peces y moluscos...”.

Ramsar (2011) resalta del mismo informe: “... El informe analizó el estado general del río en sus 110 kilómetros finales y llegó a conclusiones alarmantes, entre ellas: a) el caudal de agua dulce es mínimo: un 60% menos que hace 70 años y cinco veces inferior al necesario; b) los espacios que inundaban las mareas en ciclos alternos, los llanos mareales, han desaparecido en un 85%...”.

Asimismo, Ruiz y otros (2015) explican que las condiciones actuales de bajo oxígeno disuelto con elevados valores de CO<sub>2</sub> y de sólidos en suspensión, así como la falta de hábitats estables intermareales limita la biodiversidad en mayor grado que en otros estuarios. Caballero y otros (2014) demuestran que datos sobre sólidos en suspensión pueden ser extraídos a un menor coste y mayor frecuencia de la observación por satélite DEIMOS-1, cuestión que podría ser revisada por los gestores del seguimiento de dichas masas de agua.

Tagliatela y otros (2014) analizan muestras de meso-zooplancton en el estuario de 2008-2009, para concluir que la composición de estas especies ha sufrido importantes cambios en el estuario durante las últimas décadas. En la actualidad, esta comunidad está dominada por dos especies eurihalinas, *Calanipeda aquaedulcis* y *Acartia clausi*, de las cuales la primera, que está adaptada a ambientes extremos, domina amplias zonas del estuario. Este dominio de *C. aquaedulcis* no estaba presente en los escasos estudios previos de esta comunidad en el estuario, evidenciando un cambio de la comunidad hacia especies adaptadas a ambientes degradados como resultado de la propia degradación de las aguas del estuario.

González Ortegón y otros (2015) analizan datos de 1997 a 2009 y no encontraron una relevante variabilidad interanual en la presencia de peces, en particular de alevines, en la zona del estuario, relacionada con la variabilidad de precipitaciones y por tanto descarga de agua dulce por parte del río. Sin embargo, la turbidez (efecto colateral de la escasez de agua) afecta tanto a las características estructurales como a las funcionales de la comunidad piscícola.

## AGUAS COSTERAS

El PHG 2016 determina 3 masas de agua costeras, de carácter natural, y en buen estado, basado solamente en la valoración del indicador de calidad fitoplancton, clasificado como “muy bueno” en 2013, con datos de 2009. Ningún otro elemento de calidad biológica (la Directiva Marco del Agua establece además otra flora acuática y macroinvertebrados), ni los elementos hidromorfológicos ni químicos han sido monitoreados ni evaluados. Con todo ello, el grado de confianza del proceso de valoración, según el Plan, es medio.

CSIC (2010) informa sobre los efectos que la situación físico-química de las aguas transicionales tiene sobre algunas aguas costeras más cercanas a la desembocadura: “... El impacto de la elevada concentración de CO<sub>2</sub> se aprecia tanto en la comunidad zooplanctónica como en la fauna bentónica ... [resultando en una] baja riqueza específica del bentos en el estuario ... La limitación en la concentración de oxígeno disuelto se extiende hasta las riberas del último tramo del estuario, la desembocadura y las zonas litorales adyacentes. Estos eventos pueden conducir a la aparición de ‘zonas muertas’ costeras...”. A esto hay que sumar el desequilibrio morfológico de la costa por la intervención humana.

La **deposición atmosférica de contaminantes** procedentes de la zona industrial de Huelva en el entorno del Parque Nacional de Doñana ha sido demostrado por Castillo y otros (2013) con datos desde 2008 a 2011. El estudio refleja la disolución de cobre, cinc, manganeso y níquel hacia elementos potencialmente tóxicos en las aguas costeras de Doñana.

García Lafuente y Ruiz (2007) aportan información para una línea base sobre diferentes elementos de las aguas costeras (ej. temperatura, fitoplancton), pero no incluye datos recientes para la clasificación del estado de las masas de agua. Esta información sería fácil de obtener hoy en día a través de imágenes térmicas y de clorofila, incluso podrían controlarse los sólidos en suspensión a través de imágenes de los satélites de la generación Sentinel (Ruiz, com.pers.), algo que podría utilizarse para el control rutinario de la zona costera. Además, García Isarch y otros (2006) aportan igualmente datos de línea base sobre ictioplancton. Lo mismo corresponde a Prieto y otros (2009) sobre datos físico-químicos tomados entre 2002 y 2004. Esta información puede ser utilizada en el caso de usar estos elementos en el monitoreo y para la clasificación del estado, y así reforzar la confianza de los análisis.

## ESTADO DE LOS HÁBITATS Y ESPECIES EN DOÑANA RESPECTO A LA REGIÓN BIOGEOGRÁFICA

Según el formulario como espacio de la Red Natura 2000, Doñana es el área con mayor diversidad y abundancia de especies de aves de toda la geografía española, describiéndose igualmente como un área imprescindible para hábitats y diversos taxones de directivas europeas. Según dicho formulario, actualizado en 2013, el 65% de los hábitats de interés comunitario presentes en Doñana presentan un grado de conservación calificado como “conservación excelente”, mientras que en el caso de las especies la calificación ha sido “conservación buena” en el 93% de las evaluaciones realizadas.

No obstante, con información ecológica más precisa y actualizada se ha constatado que la conservación de las especies de aves acuáticas nidificantes más amenazadas se encuentra gravemente comprometida. Tanto los informes regionales de seguimiento de fauna silvestre como el propio borrador del PORN apuntan a la alteración humana del régimen de inundación de la marisma entre todas las amenazas más relevantes.

Este hecho no impide que Doñana siga siendo en la actualidad un espacio extraordinariamente relevante para la conservación de estos hábitats y especies dentro del contexto biogeográfico. Según los informes de la región biogeográfica emitidos a la Comisión Europea [1], alrededor del 80% de los hábitats de interés comunitario en la región biogeográfica se encuentran en un estado de conservación desfavorable, inadecuado o malo, lo mismo que el 75% de las especies. En el caso de las especies de aves, dentro del área biogeográfica, un 29% presenta un descenso en sus poblaciones nidificantes, mientras que el 13,4% mostraría poblaciones invernantes en descenso.

Las directivas europeas obligan a adoptar medidas de conservación especiales en cuanto a las exigencias ecológicas de hábitats y especies, con el fin de asegurar un estado de conservación favorable así como su supervivencia y su reproducción en su área de distribución en el caso de las aves. Teniendo en cuenta que la alteración humana del régimen de inundación de la marisma es la presión y amenaza más relevante, la restauración y recuperación de los aportes fluviales de ríos y arroyos así como la limitación de las extracciones de aguas subterráneas del acuífero deberían figurar entre las medidas prioritarias.

## ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS MÁS AMENAZADAS

### GRADO DE CONSERVACIÓN

El Formulario Normalizado de Datos (FND) de Doñana incorpora valoraciones ecológicas de todos los hábitats y especies de interés comunitario presentes en el lugar, calificando atributos como la representatividad, superficie relativa, grado de conservación o las poblaciones de la especie de que se trate. Según el FND actualizado en 2013, el 65% de los tipos de hábitats de interés comunitario presentes en Doñana presentan un grado de conservación calificado como “excelente”, el 31% de los hábitats presentan un grado de conservación “bueno”, mientras que algo más de un 3% su grado de conservación es “mediano o reducido”. Para el caso de las especies, en el 93% de las evaluaciones realizadas la calificación ha sido “conservación buena”. Destaca, no obstante, que a pesar del nivel de protección que goza el espacio, menos del 4% de las especies se reconoce que presentan un nivel de conservación “excelente”, mientras que un 3% presentan una “conservación media o reducida”.

Para algunas de las especies de aves acuáticas más amenazadas de Doñana se dispone de información adicional que puede ser útil para entender mejor su situación real. Dentro del borrador del PORN, entre las aves acuáticas reproductoras destacan el avetoro (*Botaurus stellaris*), la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), la focha moruna (*Fulica cristata*), el fumarel común (*Chlidonias niger*), la garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*), el porrón pardo (*Aythya nyroca*) y la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), todas ellas incluidas bajo la categoría de “en peligro de extinción” en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas.

En dicho borrador del PORN no se realiza una evaluación *sensu stricto* del grado de conservación de estas especies, sino que de forma general califica globalmente a las aves acuáticas como “en un grado de conservación favorable, siendo su tendencia general positiva”. Por su parte, y ya de forma específica, en el FND califica a estas especies en un grado de conservación global “excelente” y “bueno” (Tabla 4).

La situación excelente, buena, favorable y con tendencia general positiva podría hacer pensar que las condiciones actuales son adecuadas para la conservación de estas especies. No obstante, en primer lugar hay que advertir que el mismo documento del borrador del PORN indica que la valoración del grado de conservación “tiene un carácter estimativo, ya que ni existen valores de referencia definitivos que permitan establecer una evaluación a escala local, ni umbrales que determinen el grado de conservación favorable. Por consiguiente, no es posible abordar una valoración más precisa”.

## EN DOÑANA DESTACA LA PRESENCIA DE CUATRO ESPECIES DE AVES MUNDIALMENTE AMENAZADAS: CERCETA PARDILLA, MALVASÍA CABECIBLANCA, ÁGUILA IMPERIAL IBÉRICA Y GAVIOTA DE AUDOUIN.

Por otra parte, los datos optimistas del FND en relación al grado de conservación global de estas especies contrastan con los datos procedentes de los informes regionales del Programa de Emergencias, Control Epidemiológico y Seguimiento de Fauna Silvestre de Andalucía. En la tabla 4 se muestran las parejas reproductoras del espacio de Doñana según el FND y los resultados de los censos recientes para el Espacio Natural Doñana.

Estos resultados muestran que existe en promedio un fuerte retroceso de todas las especies más amenazadas, salvo en el caso del avetoro y del porrón pardo, que sigue sin reproducirse en el espacio. La situación sería mucho más desfavorable si no se consideran los buenos datos de reproducción del año 2011, tal como figura en el Informe Regional. Recordemos que ese año se caracterizó por las elevadas precipitaciones en invierno y primavera, permitiendo que muchos de los humedales estacionales presentaran registros históricos de inundación. Ese año la marisma de Doñana permaneció con niveles de agua elevados durante gran parte de la época de reproducción, lo que permitió el desarrollo y el éxito de la cría de muchas especies acuáticas.

En relación a la importancia de este espacio dentro de la Red Natura 2000, cabe recordar, como el propio FND destaca explícitamente la presencia de “cuatro especies mundialmente amenazadas (cerceta pardilla, malvasía cabeciblanca, águila imperial ibérica y gaviota de Audouin)”. La revisión de los censos más recientes pone de manifiesto que tanto la cerceta pardilla como la malvasía presentan en promedio un número muy inferior de parejas reproductoras a las que refleja el FND, lo cual hace pensar en su preocupante situación futura y que su grado de conservación en Doñana no debería ser calificada como “excelente” y “bueno”, respectivamente.

Se puede decir por tanto que con información ecológica más precisa y actual, lejos de considerarse en una situación favorable (tal como indica el FND y no contradice el borrador del PORN), la conservación de estas especies en el presente y futuro se encuentra gravemente comprometida. Como indican los informes regionales del Programa de Emergencias, Control Epidemiológico y Seguimiento de Fauna Silvestre de Andalucía, la alteración humana del régimen de inundación de la marisma destaca entre todas las amenazas más relevantes.

Tabla 4. Situación de las especies de aves más amenazadas de Doñana.

Especie	Datos FND (2013)		Censos de reproducción						
	Conservación global	Parejas reproductoras	Promedio	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Avetoro	A	1	11	2	14	26	0	24	0
Cerceta pardilla	A	74-83	21	5	7	74	7	55	12
Focha moruna	A	60-66	22	5	51	67	0	10	0
Fumarel común	B	20	3	0	0	16	0	0	0
Garcilla cangrejera	B	250	117	120	181	257	5	130	11
Malvasía	B	10-30	4	9	0	0	7	0	8
Porrón pardo	A	(...)	0	0	0	0	0	0	0

A: Grado de conservación excelente; B: Grado de conservación bueno.

Datos procedentes de los informes regionales del Programa de Emergencias, Control Epidemiológico y Seguimiento de Fauna Silvestre de Andalucía.

## OBLIGACIÓN DE ADOPTAR MEDIDAS PARA EVITAR LA PÉRDIDA DE APORTACIONES HÍDRICAS A LA MARISMA

En el propio borrador del PORN se apunta que desde el punto de vista hidrológico, Doñana era un complejo hidrosistema que dependía fundamentalmente del balance de recursos hídricos del acuífero Almonte-Marismas, del aporte fluvial de varios ríos y arroyos y del régimen pluviométrico. Como consecuencia de las fuertes intervenciones humanas, actualmente el proceso de inundación de la marisma es casi exclusivamente pluvial, y por tanto más dependiente de la variabilidad estacional e interanual del régimen de precipitaciones. **Este hecho ha incrementado la vulnerabilidad de la marisma frente a las situaciones de sequía y acortado su ciclo de inundación.**

Este mismo documento señala que el hidroperiodo es el factor que en mayor medida determina la distribución de los hábitats y comunidades presentes en los humedales del Espacio Natural. Factores íntimamente ligados al hidroperiodo de la marisma como la presencia de macrófitos, desarrollo de la vegetación helofítica, periodo de inundación, recursos tróficos o el refugio son factores claves en el éxito de los ciclos reproductivos de una gran variedad de especies y su estado de conservación. Centrando la atención en las siete especies de aves acuáticas más amenazadas de Doñana, todas ellas muestran como rasgo común su dependencia del agua tanto de forma directa (manteniendo unos niveles y profundidades determinadas) como de forma indirecta (dependencia de vegetación hidrófila, recursos tróficos asociados, etc.).

La situación crítica y las tendencias regresivas en las poblaciones de estas especies en el Espacio Natural de Doñana coinciden con esa progresiva pérdida de aportaciones a la marisma antes mencionada, tanto superficiales (consecuencia de la desviación de las avenidas del Guadiamar, Cigüeña y Guadalquivir) como subterráneas, por la reducción de las descargas naturales del acuífero Almonte-Marismas. Además, **los escenarios y horizontes en el contexto del cambio climático auguran una reducción generalizada de las precipitaciones y la disponibilidad de recursos hídricos** y un acuse de la irregularidad de las pluviometrías registradas. Todos estos factores resultan fundamentales en el estado de conservación de marismas, humedales y sistemas lagunares (Borrador del PORN, 2015).

Según el artículo 4 de la Directiva Aves, las especies mencionadas en el Anexo I (y en particular las amenazadas de extinción) serán objeto de medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat, con el fin de asegurar su supervivencia y su reproducción en su área de distribución. Además, de acuerdo con el artículo 4(4) de la Directiva Aves, los Estados miembros deben evitar el deterioro de los hábitats y las especies que hayan motivado la designación de los lugares de la Red Natura 2000 tomando las medidas apropiadas para ello. Se deben por tanto adoptar todas las medidas en los adecuados planes o instrumentos de gestión (PORN/PRUG y PHG, entre otros) para mantener estas especies en un estado de conservación favorable. Tal como se reconoce en el propio borrador del PORN, “la restauración y recuperación del Caño del Guadiamar podría contribuir a reducir los riesgos y condicionantes relacionados con la falta de agua y la disponibilidad de hábitat en años y ciclos secos”. En este mismo sentido, la Directiva Marco del Agua obliga<sup>20</sup> a limitar las extracciones de agua de los acuíferos para evitar cualquier perjuicio significativo a ecosistemas terrestres asociados que dependan directamente de la masa de agua subterránea.

<sup>20</sup> <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem>

## SITUACIÓN DE LAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS MÁS AMENAZADAS EN DOÑANA

El borrador del PORN destaca entre las aves acuáticas reproductoras presentes en el Espacio Natural el avetoro (*Botaurus stellaris*), la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), la focha moruna (*Fulica cristata*), el fumarel común (*Chlidonias niger*), la garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*), el porrón pardo (*Aythya nyroca*) y la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), todas bajo la categoría de “en peligro de extinción” en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas.

En el caso de la cerceta pardilla, esta especie pasó de ser la anátida nidificante más común en el área de Doñana, con varios miles de parejas reproductoras a finales del siglo XIX, a prácticamente desaparecer como especie reproductora en los años ‘90. Según el borrador del PORN, en la actualidad hay una población cuyo número fluctúa de forma significativa, en parte como consecuencia de los movimientos e intercambios de efectivos entre España y el norte de África. No obstante, la situación descrita en el PORN difiere de los datos que figuran en el FND (actualización de 2013) y los censos más recientes de la especie. Mientras que en el FND la población reproductora se sitúa entre 74 y 83 parejas, los censos de 2009 a 2014 muestran una fuerte regresión (en 5 de los 6 años la población ha sido menor de 25 parejas reproductoras). En relación a las causas de esta situación, en el borrador del PORN se apunta que su reproducción se ve condicionada por el hecho de que la especie es una de las anátidas que nidifica más tarde, por lo que se ve afectada por la acentuación del déficit hídrico de la marisma del Espacio Natural.

La focha moruna muestra una dinámica poblacional condicionada por los periodos de sequía y estiaje, de manera que la nidificación se registra casi exclusivamente tras varios años de elevadas precipitaciones. Hasta la década de los 90 del siglo pasado, en la que la focha moruna casi desapareció como reproductora, la especie se recuperó en parte gracias a las sueltas de ejemplares nacidos en cautividad. Sin embargo, a más corto plazo la población reproductora de focha moruna muestra una tendencia negativa en la que se aprecia una modesta recuperación en 2010 y 2011, después de las abundantes precipitaciones recogidas estos años. Hay que destacar para esta especie que la alteración de los niveles hídricos en humedales continentales se considera una amenaza de importancia crítica.

El porrón pardo nidifica de manera escasa e irregular en Doñana y evidencia en relación al

número de parejas reproductoras una tendencia fuertemente regresiva (se estima que en los años 50 del pasado siglo el número de parejas podría situarse en torno a las 500). Desde el año 2004 no se ha tenido constancia de que haya habido reproducción de la especie en el ámbito del Espacio Natural, si bien en 2012 se reprodujeron dos parejas en el ámbito territorial de la Reserva Concertada Dehesa de Abajo, al norte del Espacio Natural. Está en cualquier caso considerada como próxima a su extinción como especie reproductiva. Hay que añadir para esta especie que, según las conclusiones de los censos de la especie, “la reproducción del porrón pardo en Andalucía sigue siendo escasa y probablemente limitada a años con condiciones hídricas óptimas. La presencia de ejemplares adultos durante la época de reproducción sugiere la existencia de un potencial reproductor que puede volver a nidificar si las condiciones son adecuadas”.

El avetoro común encuentra en Andalucía el límite meridional de su área de distribución. En el Espacio Natural suele seleccionar áreas de densa vegetación palustre durante la reproducción, destacando que esta especie abandona la marisma durante la sequía estival, tras la cría, y regresa tras las lluvias otoñales, aunque no se localiza en las áreas de cría hasta comienzos de primavera, permaneciendo durante esos meses en brazos, caños y lucios. Si las condiciones no son las idóneas para reproducirse, puede abandonar la zona de forma prematura. Hay que recordar que la pérdida de vegetación helófila (eneales y carrizos) se considera una amenaza crítica para la especie. La población reproductora se mantiene más o menos estable con fluctuaciones que dependen de la variabilidad en las precipitaciones y de la disponibilidad de recursos hídricos.

El fumarel común es una especie que se encuentra en un grave estado de regresión en Europa. En España únicamente lleva a cabo su reproducción de forma regular en Doñana, aunque de forma esporádica puede hacerlo también en La Mancha húmeda. Tras ocho años sin haber criado en Andalucía, posiblemente por la escasez de recursos hídricos, en 2011 se constata la reproducción de 16 parejas en el Espacio Natural, distribuidas en tres núcleos reproductores. Estos datos contrastan con el FND en donde se señala la presencia en este espacio de 20 parejas reproductoras. Hay que señalar que esta especie, al ubicar sus nidos sobre vegetación flotante, tiene unos requerimientos muy estrictos de niveles de agua y vegetación acuática.

# USOS DEL AGUA

LOS DOCUMENTOS DE PLANIFICACIÓN ADMITEN QUE EL USO DEL AGUA HA AUMENTADO UN 8% EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.



El uso de agua subterránea en Doñana ha aumentado un 8% en los últimos años, o al menos su reconocimiento en los documentos de planificación. El Plan Hidrológico 2013 incluía en su balance de la masa de agua 0551 un total de extracciones de 99,61 hm<sup>3</sup>/año<sup>21</sup>, mientras que el PHG 2016 asigna unas extracciones de 107,60 hm<sup>3</sup>/año<sup>22</sup>, entre abastecimiento y agricultura, al conjunto de las cinco masas de agua en las que ha sido dividido.

El Borrador del PORN (2015) añade "... Las estimaciones sobre el volumen de extracción del sistema son en cualquier caso aproximativas, considerando el extraordinario dinamismo del proceso de transformación en riego de la Corona Forestal y la situación jurídica y administrativa, incierta o irregular, de muchas de estas explotaciones...".

## ABASTECIMIENTO

En cuanto al consumo de agua para abastecimiento, el PHG 2016 lista unas extracciones de aguas subterráneas de 4,52 hm<sup>3</sup>/año. Llama la atención que las

<sup>21</sup> PHG 2013, Memoria, Tabla 97

<sup>22</sup> PHG 2016. Anexo 3. Apéndice 9. Extracciones de agua superficial y subterránea. Tabla 2. Extracciones en las masas de agua subterráneas

extracciones de agua para Matalascañas (tipo 3.2 Extracciones-Abastecimiento) no estén incluidas entre las presiones relevantes para la masa de agua subterránea de "Manto Eólico Litoral de Doñana"<sup>23</sup>.

La extracción de agua para abastecimiento de poblaciones y urbanizaciones turísticas, y para algunos usos de conservación, tienen también un efecto negativo sobre la profundidad del nivel freático (Ramsar, 2011). En el Taller de Expertos del Agua en Doñana, Díaz Paniagua y Serrano insistieron en la necesidad de hacer análisis en detalle del uso urbano del agua en Matalascañas, para validar el consumo de jardines y del campo de golf a través de pozos no registrados y medidos.

El uso de agua para abastecimiento lleva aparejada la necesidad de depuración. Como ya se ha visto en este informe, la entrada de nutrientes en las masas de agua de Doñana supone ya un problema, que está llevando a la eutrofización de la marisma. En la Comisión de Aguas del Consejo de Participación del Espacio Natural Doñana en julio de 2016, se presentaron dos documentos firmados tanto por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir como por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, que afirman que las cuatro depuradoras que vierten al espacio protegido están depurando adecuadamente, basándose únicamente en análisis puntuales de los datos de DBO, DQO y sólidos en suspensión, sin considerar ni aportar datos sobre concentraciones de nitrógeno y fósforo en los vertidos, a pesar de que la zona está declarada como Sensible a la Contaminación por Nitratos.

A pesar del diagnóstico optimista, los informes estiman que aún debe mejorarse la depuración en muchas EDAR y que, aparte de las inversiones en curso, deben acometerse otras previstas para 2017 pero que no cuentan aún con un compromiso presupuestario para su ejecución. Por parte de la CHG las actuaciones a destacar necesarias serían en Matalascañas (22M€ contemplados en el PHG para el proyecto de adecuación y mejora de la EDAR), en Isla Mayor (5M€ para la adecuación de la EDAR) y la construcción de una nueva EDAR en Gerena (7M€). Asimismo, sería necesaria una nueva EDAR en Sanlúcar de Barrameda y la adecuación de las EDAR de Lucena del Puerto, Moguer, Mazagón, Bonares, Hinojos y El Rocío<sup>24</sup>.

## AGRICULTURA

El PHG estima que la agricultura extrae en 2015 un total de 103,077 hm<sup>3</sup> del conjunto de las masas de agua subterráneas, siendo por tanto el usuario mayoritario. Además usa 4,91 hm<sup>3</sup>/año de caudales regulados del caño Guadiamar, y 0,77 hm<sup>3</sup>/año de caudales fluyentes del Caño Guadiamar y del arroyo de la Rocina.

Sin embargo, los datos del uso agrícola del agua utilizados en los cálculos del PHG (p.ej. dotación de fresa de 4.500 m<sup>3</sup>/ha/a) no necesariamente coinciden con los usos que en el campo se hacen y escasamente se miden. Así, Montesinos Barrios (2012) detectó en 22 fincas monitoreadas un uso medio de 7.027 m<sup>3</sup>/ha/a.

La intensa extracción de agua subterránea para regadío, unida al hecho de que se realiza de forma concentrada en determinados lugares, ha originado importantes impactos de descenso de los niveles freáticos, de disminución de la recarga natural y su sustitución por recargas artificiales, y, localmente, inversión del gradiente hidráulico y del sentido del agua subterránea favoreciendo la salinización (Ramsar, 2011).

<sup>23</sup> PHG 2016. Anexo 7. Apéndice 8. Presiones sobre las masas de agua subterránea: 21.

<sup>24</sup> [http://awsassets.wwf.es/downloads/informe\\_depuracionchg\\_2016.pdf](http://awsassets.wwf.es/downloads/informe_depuracionchg_2016.pdf) y [http://awsassets.wwf.es/downloads/informe\\_depuracionconsejeria\\_2016.pdf](http://awsassets.wwf.es/downloads/informe_depuracionconsejeria_2016.pdf)

# OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN

DOÑANA ES UN SISTEMA COMPLEJO QUE DEBE CUMPLIR CON DIVERSOS OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN. EN EL TALLER, GRILLAS INSISTIÓ EN LA NECESIDAD DE ESTABLECER UN OBJETIVO A SU VEZ “COMPLEJO” QUE REFLEJE LA VARIABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS EN DIFERENTES AÑOS Y NO CAER EN LA TRAMPA DE UNA DEFINICIÓN “ÓPTIMA” GENÉRICA PARA TODOS LOS AÑOS.

## DOÑANA COMO ESPACIO RED NATURA 2000

### MARCO LEGAL

La Ley 47/2007 define como objetivo de conservación de un lugar aquel en el cual los niveles poblacionales de las diferentes especies así como superficie y calidad de los hábitats que debe tener un espacio para alcanzar un estado de conservación favorable.

La Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad establece en sus artículos 42 y 45 que para las ZEC y las ZEPA las comunidades autónomas fijarán las medidas de conservación necesarias que respondan a las exigencias ecológicas de los tipos de hábitat naturales y de las especies presentes en tales áreas, mediante planes o instrumentos de gestión que incluyan, al menos, los objetivos de conservación del lugar y las medidas apropiadas para mantener los espacios en un estado de conservación favorable.

En 2011, el entonces Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, con la colaboración de las comunidades autónomas, elaboró unas directrices de conservación de la Red Natura 2000 con el objetivo de ayudar a las administraciones públicas competentes en la planificación y gestión de los espacios de la red. Según estas directrices de conservación, los instrumentos de gestión deberán fijar unos objetivos generales y su desglose en objetivos operativos, orientados al mantenimiento o restablecimiento del estado de conservación favorable de los tipos de hábitat de interés comunitario y las especies Red Natura 2000 presentes en los espacios Red Natura 2000, o al seguimiento detallado del estado de conservación de los mismos.

El principal instrumento del proceso de transmisión de la información entre el Estado miembro y la Comisión es el Formulario Normalizado de Datos, cuya estructura se fija mediante norma comunitaria. El FND de Doñana muestra los hábitats y especies de interés comunitario del lugar para los cuales se debe alcanzar un estado de conservación favorable. En este contexto, según los mencionados artículos de la Ley 47/2007 es pertinente establecer como objetivo de conservación del lugar el estado de conservación favorable de los tipos de hábitats naturales y las especies presentes en el mismo.

### OBJETIVOS EN EL INSTRUMENTO DE GESTIÓN

Según el borrador del PORN, la declaración de la ZEC Doñana y la designación de la ZEPA del mismo nombre llevan implícita la elaboración de un plan de gestión que garantice el mantenimiento de un adecuado grado de conservación de las especies y hábitats de interés comunitario incluidos en los Anexos I y II de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, que fundamentaron la declaración ZEC y de las especies incluidas en el Anexo IV de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, que fundamentaron la designación ZEPA del mismo nombre.

Según el mismo documento, dada la complejidad de la realidad ecológica de Doñana y el excepcional valor de los elementos naturales que alberga, se ha optado por agrupar los hábitats y especies antes mencionados en prioridades de conservación estructuradas sobre la base de los grandes ecosistemas que caracterizan el Espacio Natural, los cuales dan soporte a su extraordinaria diversidad biológica. De esta forma puede darse respuesta también a la relación-conexión ecológica que se produce entre dichos elementos naturales.

### EL BORRADOR DEL PORN (2015) INCLUYE ENTRE LAS “PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN”

- **Complejos dunares activos y sistemas litorales;** con HIC prioritarios asociados a este sistema natural son: 2250 Dunas litorales con *Juniperus* spp. (\*); y 2130 Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises) (\*). Por su carácter dinámico presenta una extremada sensibilidad frente a potenciales variaciones en las condiciones ambientales que lo originan y mantienen, especialmente frente a los efectos del cambio climático y otros motores impulsores del cambio global (especies exóticas invasoras, pérdida y fragmentación de hábitat, etc.).
- **Marismas, humedales y sistemas lagunares.** Incluye 14 HIC que agrupan medios mareales y marismas, pastizales salinos atlánticos y mediterráneos, lagunas temporales y otros humedales propios de medios de aguas más dulces. También comprende los HIC característicos de las orlas y zonas aledañas a humedales. Estos ecosistemas conforman, en conjunto, el humedal más importante de Europa<sup>25</sup> y uno de los lugares de invernada más utilizados por las aves del continente. Presentan una extraordinaria diversidad interna en lo referente a los hábitats que integran, como consecuencia de su situación estratégica entre las regiones biogeográficas atlántica y mediterránea y como resultado de la variabilidad de las condiciones ambientales que propician la formación de los humedales. La variabilidad interna de los hábitats propios de medios acuáticos y humedales favorece la diversidad de las formaciones

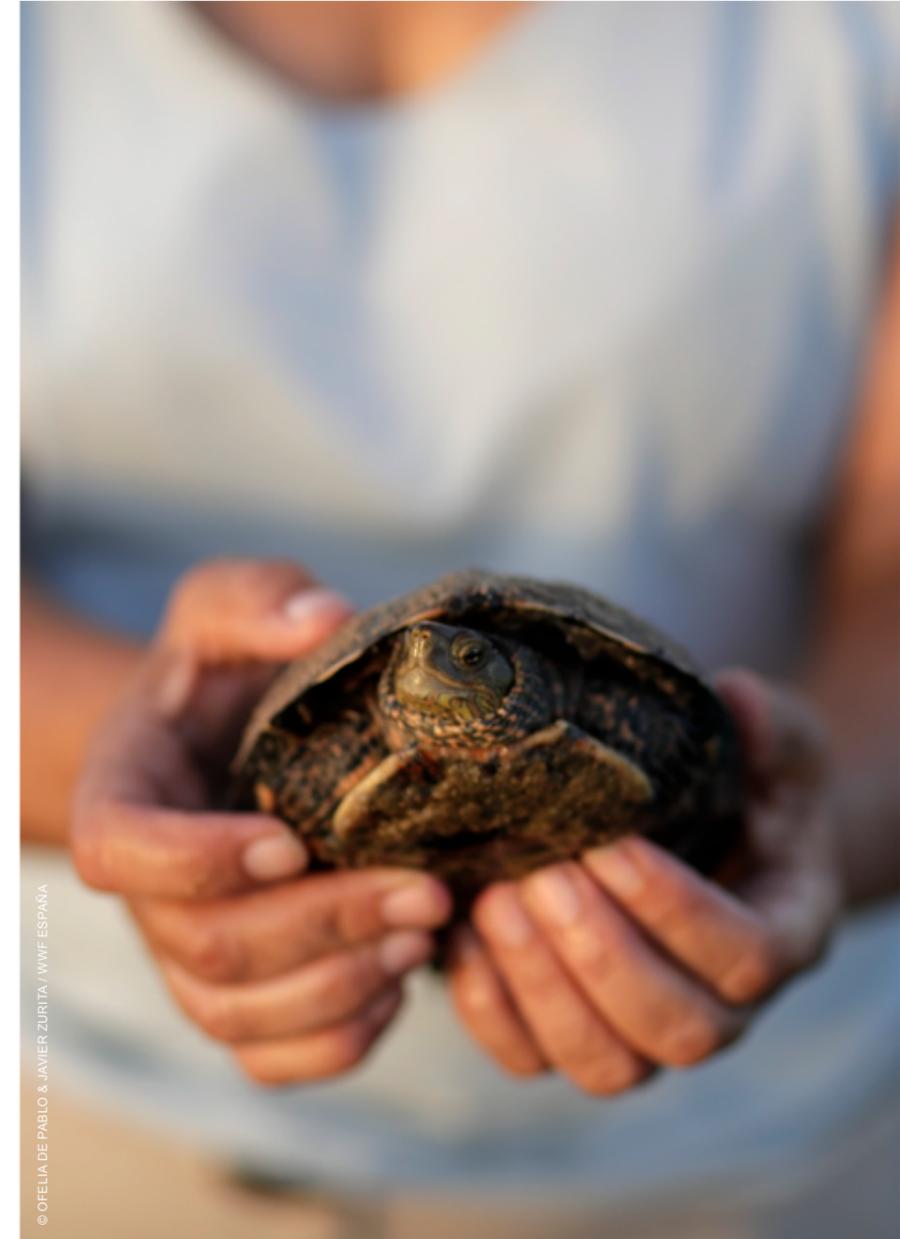
<sup>25</sup> Nótese que según el criterio aplicado, puede haber otros humedales europeos en esta situación.

vegetales, comunidades y especies que habitan el Espacio Natural. Resultan extremadamente sensibles frente a potenciales variaciones en las condiciones ambientales que los originan y mantienen, especialmente frente a los efectos del cambio climático y otros motores impulsores del cambio global (especies exóticas invasoras, contaminación, fragmentación de hábitat, etc.).

- **Cotos y montes.** Incluye 13 HIC que se corresponden en su mayor parte con comunidades sobre dunas estabilizadas, si bien también integra hábitats desarrollados sobre arenas basales. Agrupa tres de las formaciones más características y emblemáticas del Espacio Natural: pinares, monte blanco y monte negro, cuya presencia y distribución dependen de factores históricos, en el caso de los pinares, y de la profundidad local del nivel freático.
- **Riberas y sistemas fluviales.** Integra 3 HIC asociados a medios fluviales: 91Bo Fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia*; 92Ao Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*; y 92Do Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio-Tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*). Intervienen como elementos estructurales del complejo hidrosistema de Doñana. Conforman los sistemas naturales a través de los cuales se producen los flujos de entrada de aportes hídricos y sedimentos hacia la marisma y los humedales de Doñana, por lo que su grado de conservación es determinante en el estado de los mismos. Su estado es determinante en la conservación de una parte importante de los humedales del Espacio Natural (calidad de los recursos hídricos procedentes de la aportación fluvial), así como en el equilibrio de los balances sedimentarios que inciden en el proceso de colmatación de la marisma. Su conservación resulta un factor clave en el mantenimiento de la diversidad ecológica de las zonas húmedas presentes en el Espacio Natural, destacando además su papel como vías de dispersión para muchas especies de la fauna terrestre. Por su carácter dinámico presenta una extrema sensibilidad frente a potenciales variaciones en las condiciones ambientales que lo originan y mantienen, especialmente frente a los efectos del cambio climático y otros motores impulsores del cambio global (especies exóticas invasoras, pérdida y fragmentación de hábitat, etc.).

### EN EL MARCO DE LOS OBJETIVOS GLOBALES DEL PORN, SE ESTABLECEN LOS SIGUIENTES OBJETIVOS GENERALES PARA LAS PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN DEPENDIENTES DEL AGUA

- Mantener el grado de conservación favorable de los ecosistemas compuestos por marismas, humedales y sistemas lagunares, así como el de los HIC y poblaciones de especies asociadas a dichos ecosistemas.
- Restablecer el grado de conservación favorable de los ecosistemas compuestos por riberas y sistemas fluviales, así como el de los HIC y poblaciones de especies asociadas a dichos ecosistemas.
- Mantener o restablecer el grado de conservación favorable de la avifauna acuática.



© OFELIA DE PABLO & JAVIER ZURITA / WWF ESPAÑA

## DOÑANA COMO ECOSISTEMA ACUÁTICO EN EL CONTEXTO DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

### MARCO LEGAL

La Directiva Marco del Agua establece los objetivos medioambientales que se deben alcanzar para todas las aguas de la Unión Europea. En el caso de las aguas superficiales, los Estados miembros habrán de aplicar las medidas necesarias para prevenir el deterioro del estado de todas las masas de agua superficial. También habrán de proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua superficial con objeto de alcanzar un buen estado y buen potencial ecológico en las mismas. En el caso de las aguas subterráneas, los Estados miembros habrán de proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua subterránea y garantizarán un equilibrio entre la extracción y la alimentación de dichas aguas con objeto de alcanzar un buen estado de las aguas subterráneas. Particularmente, en el caso de las zonas protegidas, los Estados miembros habrán de lograr el cumplimiento de todas las normas y objetivos a más tardar quince años después de la entrada en vigor de la presente Directiva, a menos que se especifique otra cosa en el acto legislativo comunitario en virtud del cual haya sido establecida cada una de las zonas protegidas.

En el Anexo 8 del PHG denominado *Objetivos medioambientales y exenciones* quedan definidos los objetivos ambientales para todas las masas de agua y las zonas protegidas de la demarcación. Para las diferentes masas de agua dentro del ámbito de Doñana, las masas de agua y su objetivo ambiental se muestran en la tabla 5.

En relación a las Zonas Protegidas para protección de hábitats y especies, el mismo Anexo determina el objetivo más riguroso a aplicar para cada una de ellas. En este sentido, el documento reconoce que aunque los objetivos ambientales de estas directivas no son exactamente los mismos, a la espera de resultados más concretos en relación a la evaluación de su estado de conservación según las Directivas de Hábitats y Aves se asume que no se garantizará un estado de conservación favorable sin que se haya logrado un buen estado ecológico según la Directiva Marco del Agua. Para las aguas subterráneas se asume que no se garantizará un estado de conservación favorable sin que se haya logrado un buen estado global de la Masa de Agua subterránea.

Por otra parte, en el Anexo 5 (Apéndice 2) del Plan incluye una valoración del estado de conservación de los hábitats de la Directiva de Hábitats presentes en Doñana, así como un listado de las especies presentes. En dicho Anexo reconoce la obligación de "... identificar los objetivos de conservación para las especies o hábitats de interés comunitario que dependen del agua...", pero considera que ninguno de los Planes de Gestión de los espacios protegidos incluye "... objetivos cuantitativos y específicos a especies o hábitats individuales o a los elementos que dependen del agua, por lo que su utilidad como fuente de objetivos ambientales para el Plan Hidrológico es limitada...", y en consecuencia realiza un ejercicio más bien teórico de evaluación del estado de conservación de hábitats y especies basado en la evaluación realizada previamente del estado de las masas de agua, es decir, al revés de lo determinado por la Directiva Marco del Agua.

En cuanto a las masas de agua transicionales, no se han determinado aún los umbrales con los que deben de cumplir las masas de agua fuertemente modificadas, por lo que se carece de objetivos específicos.

Tabla 5. Objetivos ambientales según el Plan Hidrológico del Guadalquivir.

Tipo	Categoría	Masa de agua	Objetivo ambiental	
Superficiales	Ríos	Caño Guadamar	BE	
		Lagos	Arroyo de la Rocina	BE
			Madre de las Marismas	BE 2027
			Complejo lagunar lagunas Peridunares de Doñana	BE
			Complejo Corrales de sistema de dunas móviles	BE
			Marisma de Doñana	BE
			Complejo lagunar Lagunas del Abalarío	BE
			Plana de Inundación del Partido	BE 2021
			Complejo lagunar Lagunas del Coto del Rey	BE 2021
			Veta la Palma	BPE 2021
			Laguna del Tarelo	BPE 2021
		Transición	Marismas de Bonanza	BPE
			Desembocadura Guadalquivir-Bonanza	BPE
			Caño del Guadamar	BE
		Costeras	Brazo del Este	BPE 2027
			Pluma del Guadalquivir	BE
	Parque Nacional de Doñana		BE	
		Doñana-Matalascañas	BE	
Subterráneas		Manto Eólico Litoral de Doñana	BE	
		Marismas de Doñana	BE	
		La Rocina	BE 2021	
		Marismas	BE 2027	
		Almonte	BE 2027	

BE: Buen estado; BPE: Buen Potencial Ecológico.

El año indica la fecha de cumplimiento prevista.

La ausencia de fecha indica que el BE / BPE ya se ha alcanzado.

## DOÑANA COMO PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD

La catalogación como Patrimonio de la Humanidad requiere que los gestores de Doñana tomen las medidas necesarias para mantener su clasificación en cuanto a los criterios vii (belleza y naturalidad), ix (estado de conservación de marismas y humedales) y x (biodiversidad, sobre todo en aves acuáticas) que dieron lugar a su inclusión entre los espacios Patrimonio de la Humanidad.

Entre los Objetivos de la Ordenación del Parque Nacional y Parque Natural de Doñana (Decreto 97/2005, Anexo 1, Apartado 3) destacan:

1. Proteger la integridad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas del Parque Natural, garantizando el correcto funcionamiento de los procesos ecológicos que la determinan.
2. Conservar y restaurar la dinámica hidrológica natural que permite la existencia de los sistemas de marisma y lagunares.
3. Garantizar la conservación de la biodiversidad ecológica y de los hábitats y especies de flora y fauna catalogados como de interés comunitario...".

España está obligada a cumplir con los objetivos de UNESCO de asegurar la conservación del Patrimonio de la Humanidad y su Valor Universal Excepcional. Del mismo modo, debe asumir las decisiones del Comité de Patrimonio de la Humanidad y las recomendaciones de las Misiones a Doñana. Desde 2011, después de reiteradas quejas por parte de diversas ONG, UNESCO ha venido haciendo un seguimiento muy cercano de Doñana, con dos misiones internacionales en 2011 y 2015, y decisiones del Comité en 2011, 2013, 2014 y 2015.

El seguimiento de Doñana por parte de UNESCO incluye la evaluación de la situación de las aguas en Doñana y las actuaciones que se han tomado por las administraciones competentes. UNESCO ha llegado a la conclusión de que es necesario tomar medidas urgentes para evitar el deterioro de las aguas subterráneas y elaborar planes que aseguren a largo plazo la integridad hidrológica y la conservación de los ecosistemas por los que Doñana ha sido reconocida como Patrimonio Mundial de la Humanidad, teniendo en cuenta las variables que introducirá el cambio climático. UNESCO exige además a España un compromiso firme en contra del dragado de profundización del Guadalquivir, y recuerda que de otro modo podrá iniciar el procedimiento para incluir a Doñana en la lista de Patrimonio "en peligro".

## UNESCO HA LLEGADO A LA CONCLUSIÓN DE QUE ES NECESARIO TOMAR MEDIDAS URGENTES PARA EVITAR EL DETERIORO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Sin embargo, tanto en el Plan Hidrológico como en el PRUG del Espacio Natural, estas recomendaciones apenas se han tenido en cuenta.

## DOÑANA COMO HUMEDAL DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL (CONVENCIÓN RAMSAR)

En el contexto de la Convención de Ramsar, la conservación y el uso racional de los humedales se entiende como "el mantenimiento de las características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible<sup>25</sup>." Por su propia definición, mantener las características ecológicas implica conservar los componentes, procesos y beneficios/servicios que caracterizan a los humedales en un momento determinado.

Los procesos ecológicos que rigen los humedales (incluyendo el reciclado de nutrientes, la productividad, los procesos de sucesión, las relaciones de competencia entre las especies, etc.) están controlados en gran medida por su régimen hidrológico. De forma natural, cada humedal presenta su régimen hidrológico característico, variable en el tiempo, pero que sigue unos patrones y rangos de variabilidad que han acompañado al humedal a lo largo de su evolución. El mantenimiento de los procesos ecológicos naturales implica la existencia de un régimen hidrológico determinado coherente con la conservación del humedal.

Existen diversas opciones para determinar el estado deseado de las características ecológicas (en relación a las necesidades de agua del humedal), siendo una primera opción aquella que se basa en mantener los criterios de designación como humedal de importancia internacional. En el caso de Doñana, los criterios de designación quedan recogidos en la Ficha Informativa Ramsar, reuniendo los seis criterios siguientes:

- Criterio 1. Ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural o casi natural hallado dentro de la región biogeográfica.
- Criterio 2. Sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.
- Criterio 3. Sustenta poblaciones de especies vegetales o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.
- Criterio 4. Sustenta especies vegetales o animales cuando se encuentran en una etapa crítica de su ciclo biológico, o les ofrece refugio cuando prevalecen condiciones adversas.
- Criterio 5. Sustenta de manera regular una población de 20.000 o más aves acuáticas.
- Criterio 6. Sustenta de manera regular el 1% de los individuos de una población, especie o subespecie de aves acuáticas.

Los hábitats y especies que justificaron la designación como humedal de importancia internacional se encuentran en la Ficha Informativa Ramsar (FIR) de Doñana<sup>26</sup>. Son estos valores naturales descritos en la ficha Ramsar los que deben tomarse de referencia para definir los objetivos de conservación del sitio, un hecho que no aparece de forma explícita en los instrumentos de gestión del espacio.

<sup>25</sup> [www.wwf.es/donanafir](http://www.wwf.es/donanafir)

# CONCLUSIÓN

## LA SITUACIÓN, ADEMÁS DE PREOCUPANTE, EXIGE MEDIDAS URGENTES TENIENDO EN CUENTA QUE EL ACUÍFERO ALMONTE-MARISMAS, PIEZA CLAVE EN EL SISTEMA HÍDRICO DE DOÑANA, PRECISA ENTRE 30 Y 60 AÑOS PARA ALCANZAR UN NUEVO EQUILIBRIO.

Tal y como se concluyó en el Taller de Expertos del Agua en Doñana (ver Anexo 1), actualmente el documento de la administración con información cuantitativa y cualitativa más completa sobre el agua en Doñana es el Plan Hidrológico del Guadalquivir 2015-2021. A pesar de ello, el Plan no recoge toda la información disponible sobre el estado de los ecosistemas y las aguas de Doñana, probablemente uno de los humedales del mundo del que existe más información, realizando una evaluación incompleta que ha podido llevar a un diagnóstico equivocado del mismo. Por otro lado, el recién aprobado Plan Rector de Uso y Gestión de Doñana, que hace además las funciones de plan de gestión del espacio Red Natura 2000, no realiza una evaluación del estado de conservación de todos los hábitats y especies de Doñana, haciendo solo una valoración general de algunos ecosistemas, grupos de hábitats y especies.

La evidencia científica permite concluir que las masas de agua, así como los ecosistemas del Espacio Natural Doñana y de su entorno, están en peor situación de lo que recogen los documentos del PHG y del PRUG. Los cambios en la vegetación, la desecación de lagunas, la desaparición de varias especies de peces y odonatos, la rarefacción de algunas especies de aves junto con el avance de la eutrofización y las especies invasoras así lo atestiguan.

La tendencia del estado de las aguas y la conservación de la biodiversidad en Doñana es, en conjunto, negativa. Los ecosistemas acuáticos de Doñana están sometidos a las presiones del cambio global, por un lado, y a las específicas de la extracción y contaminación de aguas subterráneas y superficiales por otro. Esto afecta directamente al estado actual de Doñana, pero también impide compensar los efectos del cambio climático.

### CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

Si bien las administraciones españolas han realizado el ejercicio de implementación de las Directivas europeas Marco del Agua y de Hábitats y Aves, y recopilado en ello datos y ejercido su obligación de determinar el estado de las masas de agua o del estado de conservación de hábitats y especies, así como establecer objetivos y definir un programa de medidas para las primeras, WWF considera esta implementación como deficiente e inadecuada, desvinculada del amplio conocimiento científico que existe sobre Doñana, y poco ambiciosa. El conjunto de omisiones y falta de acciones

por parte de las diferentes administraciones puede constituir un caso de infracción contra las obligaciones de las mencionadas directivas, además de favorecer el deterioro de Doñana.

En cuanto a la aplicación de la Directiva Marco del Agua, WWF considera que está siendo deficiente e inadecuada, por los siguientes elementos:

### DEFINICIÓN DE LAS MASAS DE AGUA

1. La definición de las masas de agua subterráneas en Doñana sigue criterios administrativos en vez de delimitar “volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero” (DMA, Art.2[12]).

### CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE LAS MASAS DE AGUA

2. La clasificación del estado cuantitativo de las masas de agua subterráneas no considera adecuadamente a uno de los criterios establecidos, en particular a la consecuencia de “... cualquier perjuicio significativo a ecosistemas terrestres asociados que dependan directamente de la masa de agua subterránea...” (DMA, Anexo 5.2.1.2), a pesar de la existencia de evidencias de su deterioro.
3. Por otro lado, en la clasificación del estado cuantitativo de las masas de agua subterráneas (DMA, Anexo 5.2.1.2), “... la tasa media anual de extracción a largo plazo...” (Índice de Explotación) presenta un serio abuso de modelización que minimiza el riesgo y desatiende a las previsiones sobre el efecto del cambio climático, y se basa sobre el desconocimiento de las extracciones reales.
4. En cuanto a la clasificación del estado cualitativo de las masas de agua subterráneas, se basa sobre datos anteriores a 2009, fallando así a los compromisos de monitoreo establecidos en la DMA, Art.8.
5. La clasificación del estado ecológico de las masas de agua superficiales está lejos de utilizar los elementos establecidos como mínimo por la DMA, Anexo V, 1.1.1.
6. La clasificación del estado ecológico de las masas de agua superficiales de tipo río y costero se basa exclusivamente sobre datos anteriores a 2009, fallando así a los compromisos de monitoreo establecidos en la DMA, Art.8.
7. A pesar de la obligación de establecer redes de monitoreo para el año 2006 (Art. 8), aún en la actualidad se desconocen muchos datos hidromorfológicos fundamentales para la evaluación del estado ecológico de ríos y lagos (marisma) en Doñana, como por ejemplo la medición de caudales circulantes por los ríos o el volumen de extracciones en los pozos. Sin estos datos tampoco se pueden calibrar los modelos que ya se han generado, imposibilitando modelizaciones adecuadas.
8. Para ningún tipo de masa de agua superficial se utiliza el elemento “peces” en su clasificación, a pesar de su importancia ecológica, los datos científicos existentes, y su obligatoriedad acorde a DMA, Anexo V, 1.1.1.
9. La clasificación del estado ecológico de las masas de agua superficiales utiliza datos incompletos y antiguos (anteriores a 2009) para evaluar el estado físico-químico, con resultados que difieren significativamente de estudios científicos. Incluso episodios de contaminación puntuales pueden tener efectos significativos sobre los ecosistemas y especies de Doñana. La deposición atmosférica de contaminantes (DMA, Art.2 [33]) ha sido detectada en estudios científicos, pero no está incorporada en los sistemas de monitoreo bajo la DMA.

10. La clasificación del estado ecológico de las masas de agua superficiales de tipo lago (marismas y lagunas) se basa en un único criterio biológico, el fitoplancton medido en 2009, así como algún conjunto de datos sobre macrófitos previos al año 2004. Por tanto, incumple las determinaciones de la DMA, Anexo V, y deja de tener en consideración la amplia información científica sobre el deterioro de estos ecosistemas (ej. vegetación, peces, aves, insectos, hidrología, fósforo y nitrógeno).
11. La clasificación del estado ecológico de las masas de agua superficiales de tipo transición no establece condiciones de referencia para estas masas (excepto para algunos indicadores de calidad físico-químicos). En la clasificación no se consideran macrófitos, peces ni elementos de calidad hidromorfológica. La valoración buena físico-química está sin concluir para una masa de agua. No se considera la numerosa información que permitiría una valoración con mayor confianza y de más parámetros, y que considera que el fitoplancton se encuentra significativamente deteriorado, en peor estado de lo considerado por el Plan.
12. La clasificación del estado ecológico de las masas de agua superficiales de tipo costero se realiza sobre un único elemento (fitoplancton) con datos del año 2009. No se considera la información científica existente sobre otros elementos como los macroinvertebrados, que habla de una "... baja riqueza específica...", indicando hacia una valoración peor que buena de estas masas. Según los estudios científicos, "... la concentración de oxígeno disuelto puede conducir a la aparición de 'zonas muertas' costeras...". La planificación hidrológica tampoco considera el desequilibrio morfológico de la costa por la intervención humana, ni la deposición atmosférica de contaminantes.

## ESTADO DE CONSERVACIÓN DE HÁBITATS Y ESPECIES

13. La conservación de las especies de aves acuáticas nidificantes más amenazadas se encuentra gravemente comprometida. Tanto los informes regionales de seguimiento de fauna silvestre como el propio borrador del PORN apuntan a la alteración humana del régimen de inundación de la marisma entre todas las amenazas más relevantes. Las directivas europeas obligan a adoptar medidas de conservación especiales en cuanto a las exigencias ecológicas de hábitats y especies, con el fin de asegurar un estado de conservación favorable así como su supervivencia y su reproducción en su área de distribución en el caso de las aves. Teniendo en cuenta que la alteración humana del régimen de inundación de la marisma es la presión y amenaza más relevante, la restauración y recuperación de los aportes fluviales de ríos y arroyos así como la limitación de las extracciones de aguas subterráneas del acuífero deberían figurar entre las medidas prioritarias.
14. Según el Formulario Normalizado de Datos de Doñana, actualizado en 2013, el 3% de los tipos de hábitats de interés comunitario presentes en Doñana presentan un grado de conservación "mediano o reducido", y el 3% de las especies presenta una "conservación media o reducida". Sin embargo, datos más actualizados (2014) muestran que existe en promedio un fuerte retroceso de todas las especies más amenazadas: la cerceta pardilla, la focha moruna, el fumarel común, la garcilla cangrejera y la malvasía cabeciblanca, salvo en el caso del avetoro y del porrón pardo, que siguen sin reproducirse en el espacio.

## ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

15. A pesar de establecerse objetivos generales en la planificación del espacio natural, los mismos no se han desglosado en objetivos operativos en base a una cuantificación del estado de conservación favorable de cada hábitat y especie

(superficies de referencia en el sitio, estructura y funciones, etc.). Dicha falta de cuantificación impide su adecuada inclusión en el Plan Hidrológico, así como el establecimiento de medidas y un seguimiento de resultados.

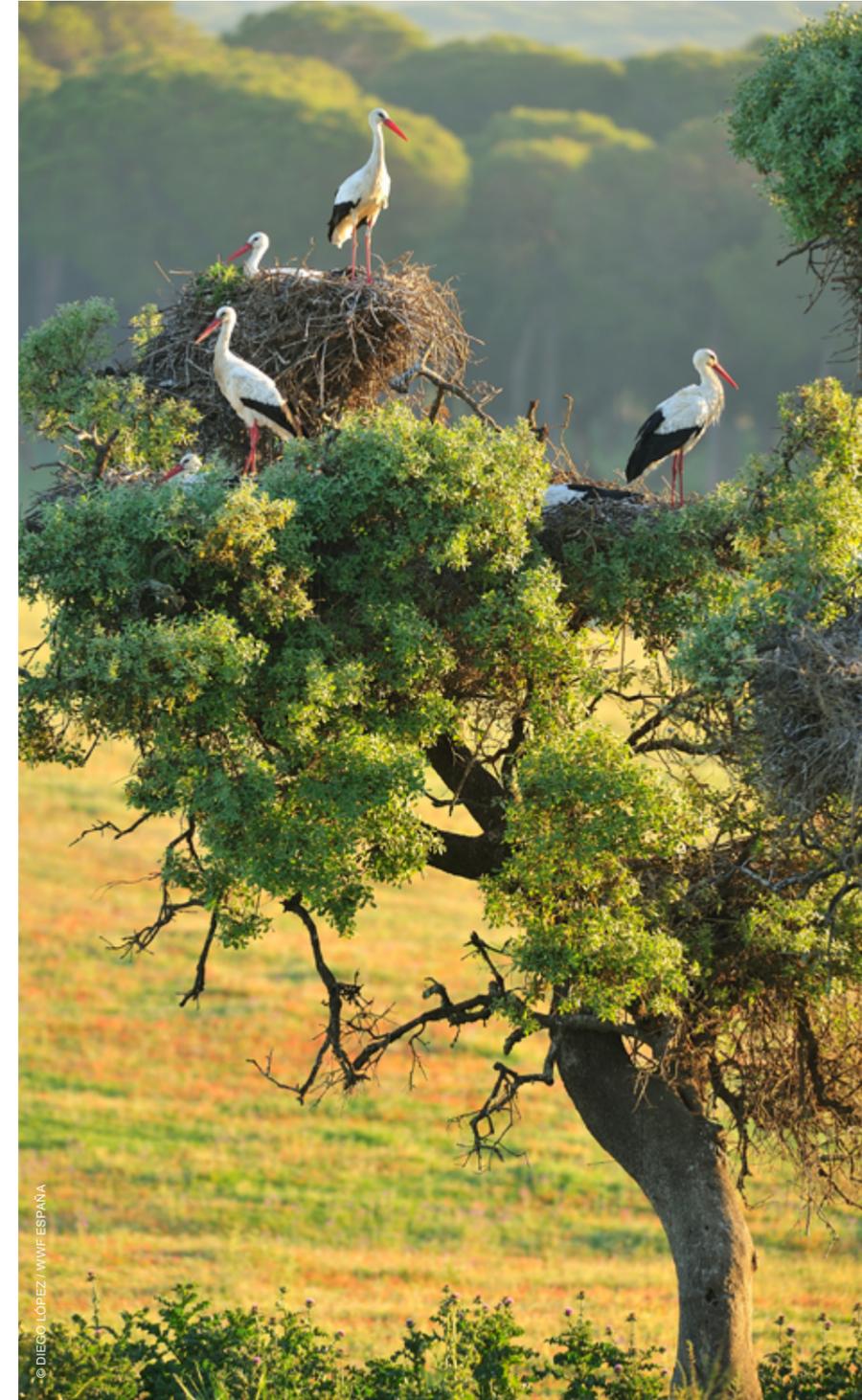
16. En cuanto a las masas de agua transicionales, no se han determinado aún en el segundo ciclo de planificación los umbrales con los que deben de cumplir las masas de agua fuertemente modificadas, por lo que se carece de objetivos específicos.
17. El deterioro del estado de conservación detectado impide asimismo que se cumplan los objetivos establecidos por parte de su catalogación como Patrimonio de la Humanidad y su inclusión como Humedal de Importancia Internacional en la Convención de Ramsar.

## RECOMENDACIONES

A pesar de la cantidad de información existente referente a Doñana, se han detectado algunas carencias importantes que sería importante solventar para mejorar la gestión. La falta de datos, en cualquier caso, no debe aducirse como excusa para no empezar a actuar en la eliminación de amenazas que sufre Doñana. El acuífero de Doñana, del que dependen buena parte de sus valores naturales, tiene una fuerte inercia, que lleva a que las presiones tarden décadas en verse reflejadas en impactos, al igual que ocurre con las soluciones a esas presiones. Por ello, WWF considera que es urgente empezar a aportar soluciones para evitar un mayor deterioro de Doñana y empezar a caminar hacia su recuperación.

1. **Declarar "en riesgo" el acuífero de Doñana.** Existen suficientes datos y evidencias que apoyan la propuesta de WWF de que la Masa UH 05.51 se declare "en riesgo" y se apliquen las medidas de control que prevé la Ley de Aguas en su artículo 56:
  - a) Constitución de una comunidad de usuarios en el plazo de seis meses.
  - b) Elaboración de un programa de actuación en el plazo máximo de un año, que contemple las medidas necesarias para la recuperación urgente del acuífero, incluyendo limitación a las extracciones o la reubicación de sondeos legales para alejarlos de las zonas más sensibles. El mismo deberá coordinarse y complementarse con las acciones en ejecución derivadas del Plan Especial de Ordenación de las Zonas de Regadío Ubicadas al Norte de la Corona Forestal de Doñana.
2. **Cierre de pozos ilegales.** Proceder al cese inmediato de las actuales extracciones de agua que no cuenten con los permisos legales correspondientes ni sean legalizables de acuerdo con el Plan Especial de Ordenación de las Zonas de Regadío Ubicadas al Norte de la Corona Forestal de Doñana, con el consiguiente cierre cautelar de los pozos sin autorización y el cese en el uso de las infraestructuras sin permiso (tomas de arroyos, zacayones, balsas, etc.) con su posterior desmantelamiento. Apertura de los correspondientes expedientes sancionadores de la administración a los titulares de todas estas infraestructuras.
3. **Eliminación de fincas ilegales.** Aplicar de forma estricta el Plan Especial de Ordenación de las Zonas de Regadío Ubicadas al Norte de la Corona Forestal de Doñana, procediendo al cierre inmediato de las explotaciones posteriores a la aprobación del Plan de Ordenación del Territorio del Ámbito de Doñana (POTAD, 2004) así como de aquellas que no cumplan con los requisitos del Plan Especial.

4. **No definitivo al dragado del Guadalquivir.** Compromiso firme de los Ministerios de Fomento y de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en contra del dragado de profundización del Guadalquivir.
5. **Diseño y aplicación de un Plan de Recuperación del Estuario del Guadalquivir.** Elaboración, con participación de todos los actores y administraciones implicados, de un Plan que permita recuperar el estuario del Guadalquivir con medidas para aumentar los caudales de agua dulce que llegan al Estuario, recuperar y restaurar las llanuras de inundación en el Estuario del Guadalquivir y reconectar los brazos del río Guadalquivir con el cauce principal, reducir los aportes de sedimentos, nutrientes y pesticidas, y mejorar la conectividad a través del sistema de presas Alcalá-Cantillana.
6. **Definición de unos objetivos de conservación más detallados y ambiciosos para Doñana** en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales, Plan Rector de Uso y Gestión y sus instrumentos de desarrollo, que permitan cumplir con los compromisos derivados de las Directivas Aves y Hábitats, de la Directiva Marco del Agua, así como con los objetivos de Patrimonio de la Humanidad y el Convenio Ramsar de Humedales.
7. **Aprobar y aplicar un plan anual de extracciones del acuífero.** Determinar las necesidades hídricas de los ecosistemas de Doñana que permitan alcanzar los objetivos de conservación previamente definidos para el espacio protegido, y diseñar y aplicar un plan de extracciones del acuífero que limite el uso del agua de modo que se cumpla con el régimen de aportes de agua que precisan los ecosistemas. Para facilitar la aplicación del Plan, aplicar fondos del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía para mejorar las prácticas de riego de los agricultores.
8. **Control de extracciones.** Instalar, en un plazo corto, caudalímetros en todos los pozos y tomas superficiales de la zona y controlar que las extracciones no superan los límites legales. La instalación de estos caudalímetros permitiría, además, calibrar el modelo del acuífero.
9. **Construir y mantener estaciones de aforo para medir todos los caudales de entrada y salida de la marisma,** que permitan calibrar y validar el modelo hidrodinámico de su funcionamiento.
8. **Mejorar la depuración del agua que vierte a Doñana y reducir la contaminación difusa de origen agrario.** Asegurar la correcta depuración y el control continuo de las aguas que se vierten a Doñana, con tratamientos terciarios donde sea necesario. Establecer un control estricto de las viviendas ilegales y sus vertidos. Aplicar fondos del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía para la mejora de las prácticas agrarias y la recuperación de setos y sotos.
9. **Diseñar un nuevo plan de seguimiento del espacio protegido** ajustado a las necesidades de gestión que permita el diagnóstico adecuado del grado de conservación de sus hábitats y especies, así como de las presiones a las que se ven sometidos.
10. **Mejorar la gobernanza del agua en Doñana.** Asegurar la coordinación entre administraciones, la gestión con base científica y técnica, y la participación pública activa. En este sentido, es imprescindible implicar a la población local y a los usuarios del agua en la toma de decisiones para hacerles partícipes tanto del valor que Doñana y sus ecosistemas tienen para su propia calidad de vida y la actividad económica en la zona, como de la mejora de la gestión y la reducción de las presiones.



© DIEGO LOPEZ / WWF ESPAÑA

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcorlo, P. y Baltanás, A. (2013). *The trophic ecology of the red swamp crayfish (Procambarus clarkii) in Mediterranean aquatic ecosystems: a stable isotope study*. *Limnética* 32(1):121-138.
- Barba Brioso, C.; Fernández Caliani, J.C.; Miras, A. y otros. (2010). *Multi-source water pollution in a highly anthropized wetland system associated with the estuary of Huelva (SW Spain)*. *Marine Pollution Bulletin* 60(8):1.259-1.269.
- Bonilla Valverde, D.; Ruiz Laguna, J.; Muñoz, A. y otros. (2004). *Evolution of biological effects of Aznalcollar mining spill in the Algerian mouse (Mus spretus) using biochemical biomarkers*. *Toxicology*, 197(2):123-138.
- Bouahim, S.; Rhazi, L.; Amami, B. y otros. (2010). *Impact of grazing on the species richness of plant communities in Mediterranean temporary pools (western Morocco)*. *Comptes Rendus Biologies*, 333(9):670-679.
- Bravo, M.A.; Serrano, L.; Reina, M. y otros. (2005). *Informe sobre el estado de las aguas afluentes a la marisma del Parque Nacional de Doñana desde la cuenca del Arroyo del Partido*. Informe interno EBD-CSIC.
- Bustamante, J.; Aragonés, D. y Afán, I. (En prensa). *Trends in the hydroperiod of temporary ponds of the Doñana aeolian sands*. *Remote Sensing*.
- Caballero, I.; Morris, E.P.; Ruiz, J. y Navarro, G. (2014). *Assessment of suspended solids in the Guadalquivir estuary using new DEIMOS-1 medium spatial resolution imagery*. *Remote Sensing of Environment* 146:148-158.
- Castillo, S.; De la Rosa, J.D.; Sánchez de la Campa, A.M. y otros. (2013). *Heavy metal deposition fluxes affecting an Atlantic coastal area in the southwest of Spain*. *Atmospheric Environment*, 77:509-517.
- Castro Ledesma, A. (1999). *Modelo Regional de Flujo Subterráneo del Sistema Acuifero Almonte-Marismas y su Entorno*. Tesis Doctoral. Barcelona.
- CSIC. (2010). *Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir*. Disponible en: <http://bit.ly/EstudioEstuario>.
- Custodio, E.; Dolz, J. y Manzano, M.S. (2005). *Recursos de agua de la Comarca de Doñana*. Informe Fundación Doñana 21. 190pp.
- Custodio, E.; Manzano, M. y Montes, C. (2008). *Perspectiva general del papel y gestión de las aguas subterráneas en el Área de Doñana, Sudoeste de España*. *Boletín Geológico y Minero*, 119(1):81-92.
- De Miguel, R.J.; Oliva Paterna, F.J.; Gálvez Bravo, L. y Fernández Delgado, C. (2013). *Habitat quality affects the condition of Luciobarbus sclateri in the Guadiamar River (SW Iberian Peninsula): effects of disturbances by the toxic spill of the Aznalcollar mine*. *Hydrobiologia*, 700(1):85-97.
- De Miguel, R.J.; Gálvez Bravo, L.; Oliva Paterna F.J. y Fernández Delgado, C. (2016). *Disturbance accumulation hampers fish assemblage recovery long after the worst mining spill in the Iberian Peninsula*. *J. Appl. Ichthyol.* 32:180-189.
- Declerck, S.; De Bie, T.; Ercken, D. y otros. (2006). *Ecological characteristics of small farmland ponds: Associations with land use practices at multiple spatial scales*. *Biological Conservation*, 131(4):523-532.
- Dejenie, T.; Asmelash, T.; De Meester, L. y otros. (2008). *Limnological and ecological characteristics of tropical highland reservoirs in Tigray, Northern Ethiopia*. *Hydrobiologia*, 610:193-209.
- Díaz-Delgado, R.; Aragonés, D.; Afán, I. y Bustamante, J. (2016). *Long-term monitoring of the flooding regime and hydroperiod of Doñana marshes with Landsat time series (1974-2014)*. En prensa. *Remote Sensing*, 8(9):775.
- Díaz Paniagua, C. (2008). *Evidencias de la desecación de lagunas peridunares de la Reserva Biológica de Doñana: Necesidad de controlar la extracción de aguas subterráneas para el abastecimiento de la urbanización colindante (Matalascañas)*. Estación biológica de Doñana-CSIC. Informe inédito presentado en diciembre 2008 al Consejo del Parque Nacional de Doñana.
- Díaz Paniagua, C. (2013). *Estado de las lagunas peridunares de Doñana*. Informe inédito presentado a la Comisión de Trabajo de Aguas del Consejo de Participación del Espacio Natural Doñana en septiembre de 2013.
- Díaz Paniagua, C.; Martín Franquelo, R.; De los Reyes, L. y otros. (2014). *The dragonflies of Doñana: 1959-2013*. *Boletín Rola*, 4:5-16.
- Díaz Paniagua, C. y Aragonés, D. (2015). *Permanent and temporary ponds in Doñana National Park (SW Spain) are threatened by desiccation*. *Limnética*, 34(2):407-424.
- Díaz Paniagua, C. y Serrano, L. (2015). *Tendencias de desecación en el sistema de lagunas*. En: *El Sistema de Lagunas Temporales de Doñana, una Red de Hábitats Acuáticos Singulares*, pp:251-270, Díaz Paniagua, C. (coord.). Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Díaz Paniagua, C.; Serrano, L. Florencio, M. y otros. (2015). *La conservación del sistema de lagunas de Doñana*. Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- Espinar, J.L.; Díaz-Delgado, R.; Bravo Utrera, M.A. y Vilà, M. (2015). *Linking Azolla filiculoides invasion to increased winter temperatures in the Doñana marshland (SW Spain)*. *Aquatic Invasions*, 10(1):17-24.
- Fernández Delgado, C.; Drake, P.; Arias, A.M. y García, D. (2000). *Peces de Doñana y su entorno*. Ministerio de Medio Ambiente.
- Fernández Delgado, C.; Rincón, P.A.; Gálvez Bravo, L. y otros. (2014). *Distribución y estado de conservación de los peces dulceacuícolas del río Guadalquivir: principales áreas fluviales para su conservación*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.
- Flecha, S.; Huertas, I.E.; Navarro, G. y otros. (2015). *Air-Water CO2 Fluxes in a Highly Heterotrophic Estuary*. *Estuaries and Coasts*. 38:2.295-2.309.
- Fox, A.D.; Caizergues, A.; Banik, M. y otros. (2006). *Recent changes in the abundance of breeding Common Pochard Aythya ferina in Europe*. (En prensa) *Revista Wildfowl*, 66:22-40.
- García Isarch, E.; Juárez, A.; Ruiz, J. y otros. (2006). *Spawning and nursery habitat of the wedge sole Dicologlossa cuneata (Moreau, 1881) in the Gulf of Cádiz (SW Spain)*. *Scientia Marina*, 70S2.
- García Lafuente, J. y Ruiz, J. (2007). *The Gulf of Cádiz pelagic ecosystem: A review*. *Progress in Oceanography*, 74(2-3):228-251.
- García Sevillano, M.A.; García-Barrera, T.; Navarro, F. y otros. (2014). *Use of Metallomics and Metabolomics to Assess Metal Pollution in Doñana National Park (SW Spain)*. *Environmental Science & Technology*, 48(14):7.747-7.755.
- Gómez Ortiz, D.; Martín Crespo, T.; Martín Velázquez, S. y otros. (2010). *Application of ground penetrating radar (GPR) to delineate clay layers in wetlands. A case study in the Soto Grande and Soto Chico watercourses, Doñana (SW Spain)*. *Journal of Applied Geophysics*, 72(2):107-113.
- Gómez-Rodríguez, C.; Bustamante, J. y Díaz Paniagua, C. (2010). *Evidence of hydroperiod shortening in a preserved system of temporary ponds*. *Remote sensing*, 2:1.439-1.462.
- González Ortégón, E.; Baldó, F.; Arias, A. y otros. (2015). *Freshwater scarcity effects on the aquatic macrofauna of a European Mediterranean-climate estuary*. *Science of the Total Environment* 503-504:213-221.
- Guardiola Albert, C. y Jackson, C.R. (2011). *Potential Impacts of Climate Change on Groundwater Supplies to the Doñana Wetland, Spain*. *Wetlands*, 31:907-920.
- Guareschi, S.; Abellán, P.; Laini, A. y otros. (2015). *Cross-taxon congruence in wetlands: Assessing the value of waterbirds as surrogates of macroinvertebrate biodiversity in Mediterranean Ramsar sites*. *Ecological Indicators* 49:204-215.
- Hernández, L.M.; González, J.; Rico, C. y otros. (1985). *Presence and Biomagnification of Organochlorine Pollutants and Heavy-Metals in Mammals of Doñana-National-Park (Spain), 1982-1983*. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 20:633-650.
- Higuera García, H.L. (2014). *Estudio de la relación entre acuífero y humedales en el área Mimbrales-La Vera del Manto Eólico Litoral de Doñana, Huelva*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica.
- Hollis, T.; Herteaux, P.; Mercer, J. (1989). *The implications of groundwater extraction for the long term future of the Doñana National Park*. Informe IUCN/WWF/ADENA, misión al Parque Nacional de Doñana en noviembre de 1988.
- Juárez, I.; Custodio, E.; Manzano, M. y Higuera, H. (2012). *Relación aguas superficiales-aguas subterráneas y recarga del acuífero de los sotos, Doñana, España*. Siaga 2012, Cádiz.
- Borrador PORN. (2015). *Decreto por el que se amplía el ámbito territorial del Parque Natural de Doñana, se declara la Zona Especial de Conservación Doñana Norte y Oeste (ES6150009) y se aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y el Plan Rector de Uso y Gestión del Espacio Natural Doñana (Borrador 2)*. Junta de Andalucía. Disponible en: <http://bit.ly/BorradorDecreto>
- Kohfahl, C.; Heredia, J.; Guardiola Albert, C. y otros. (2015). *Creación de una red de seguimiento de la recarga de los acuíferos hídricos en el Espacio Natural de Doñana*. SIAGA 2015, Málaga.
- Kohfahl, C.; Navarro, D.S.; Mendoza, J.A. y otros. (2016). *Algae metabolism and organic carbon in*

- sediments determining arsenic mobilisation in ground- and surface water. A field study in Doñana National Park, Spain.* Science Total Environmental, 544:874-882.
- Krueper, D.; Bart, J. y Rich, T.D. (2003). *Response of vegetation and breeding birds to the removal of cattle on the San Pedro River, Arizona (USA).* Conservation Biology, 17:607-615.
- Lloret, F.; De la Riva, E.G.; Pérez-Ramos, I.M. y otros. (2016). *Climatic events inducing die-off in Mediterranean shrublands: are species' responses related to their functional traits?* Oecologia, 180(4):961-973.
- Lozano Tomás, E. (2004). *Las aguas subterráneas en Los Cotos de Doñana y su influencia en las lagunas.* Tesis doctoral. ETSICCP-UPC. Barcelona.
- Lozano Tomás, E.; Delgado, F.; Manzano, M. y otros. (2005). *Hydrochemical characterization of ground and surface waters in "the Cotos" area, Doñana National Park Southwest Spain.* En: Bocanegra, E. y otros. *Groundwater and Human Development* (18). IAH Selected Papers on Hydrogeology 6. CRC Press.
- Manzano, M.; Custodio, E.; Lozano, E. y Higuera, H. (2013). *Relationships between wetlands and the Doñana coastal aquifer (SW Spain).* En: Ribeiro, L. y otros. *Groundwater and Ecosystems* (14). IAH Selected Papers on Hydrogeology 18. CRC Press.
- McBurnie, G.; Davis, J.; Thompson, R.M. y otros. (2015). *The impacts of an invasive herbivore (Camelus dromedaries) on arid zone freshwater pools: An experimental investigation of the effects of dung on macroinvertebrate colonisation.* Journal of Arid Environments, 113:69-76.
- Montesinos Barrios, P. (2012). *La huella hídrica y el agua virtual en la gestión del agua de riego.*
- Moral Martos, F.; Rodríguez Rodríguez, M. y Beltrán Miralles, M. (2008). *Estudio hidrogeológico de la laguna de Los Tollos y otros humedales de la provincia de Cádiz.* Memoria Técnica, Universidad Pablo de Olavide-Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- Moreno Valcárcel, R. (2015). *La comunidad de peces en la marisma del Espacio Natural Doñana: composición, dinámica e influencia de la restricción mareal.* Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Moreno Valcárcel, R.; Oliva Paterna, F.J.; Arribas, C. y Fernández Delgado, C. (2013). *Fish composition and assemblage in the anthropogenic-modified tidally-restricted Doñana (Spain) marshlands.* Estuarine, Coastal and Shelf Science 119:54-63.
- Moreno Valcárcel, R.; Oliva Paterna, F.J.; Bevilacqua, S. y otros. (2016). *Long-term effects of tidal restriction on fish assemblages in east Atlantic coastal marshlands.* Marine Ecology Progress Series, 543:209-222.
- Muñoz-Reinoso, J.C. (2001). *Vegetation changes and groundwater abstraction in SW Doñana, Spain.* Journal of Hydrology, 242(3):197-209.
- Olías Álvarez, M.; González, F., Ceron, J.C. y otros. (2008). *Water quality and distribution of trace elements in the Doñana aquifer (SW Spain).* Environmental Geology 55:1.555-1.568.
- Olías Álvarez, M. y Rodríguez Rodríguez, M. (2013). *Evolución de los niveles en la red de control piezométrica del acuífero Almonte-Marismas (periodo 1994-2012).* Hidrogeología y Recursos Hidráulicos (30):1.121-1.130. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. X Simposio de Hidrogeología, Granada.
- Ortega González, F. (2004). *Evaluación Ecológica de los humedales del Sur de la Península Ibérica (Andalucía): Valor Indicador de las Comunidades de Macrófitos.* Trabajo tutelado.
- PHG 2016. Anexo 5. Identificación y mapas de las zonas protegidas. Apéndice 3. Propuesta de medidas de conservación para los de hábitats y especies ligados con el medio acuático.
- Prieto, L.; Navarro, G.; Rodríguez Gálvez, S. y otros. (2009). *Oceanographic and meteorological forcing of the pelagic ecosystem on the Gulf of Cadiz shelf (SW Iberian Peninsula).* Continental Shelf Research, 29(17):2.122-2.137.
- Pueyo, C.; Gómez Ariza, J.L.; Bello López, M.A. y otros. (2011). *New Methodologies for Assessing the Presence and Ecological Effects of Pesticides in Doñana National Park (SW Spain).* En: *Pesticides in the modern world - Trends in pesticides analysis.* M. Sotytcheva (ed.).
- Ramsar (2011). *Misión Ramsar de Asesoramiento N°70 al Humedal de Importancia Internacional Doñana (Andalucía, España).* 20-22 de enero de 2011. Informe y recomendaciones. Disponible en: <http://bit.ly/Ramsar-70>.
- Rendón, M.A.; Green, A.J.; Aguilera, E. y Almaraz, P. (2008). *Status, distribution and long-term changes in the waterbird community wintering in Doñana, south-west Spain.* Biological Conservation, 141.
- Rodríguez-González, P.; Alburquerque, A.; Martínez-Almarza, M. y Díaz-Delgado, R. *On the need for an integrated remote sensing and in-situ approach in long-term monitoring programs: assessing shifts and trends in Southern European floodplain forests for conservation management.* Journal of Environmental Management. En revisión.
- Ruiz, J.; Polo, M.J.; Díez-Minguito, M. y otros. (2015). Chapter 8 - *The Guadalquivir Estuary: A Hot Spot for Environmental and Human Conflicts.* En: *Environmental Management and Governance: Advances in Coastal and Marine Resources.* C.W. Finkl y C. Makowski (eds.). Coastal Research Library, 8.
- Sánchez Navarro, R.; Hernández, E; Fernández Lop, A. y otros. (2009). *Caudales ecológicos en la marisma del Parque Nacional de Doñana y su área de influencia.* WWF España.
- Saura, J.; Bayán, B.; Casas, J. y otros. (2001). *Documento marco para el desarrollo del proyecto Doñana 2005.* Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Scheffer, M.; Barrett, S.; Carpenter, S.R. y otros. (2015). *Creating a Safe Operating Space for Iconic Ecosystems.* Science 347:1.317-1.319.
- Sebastián-González, E. y Green, A.J. (2016). *Reduction of avian diversity in created versus natural and restored wetlands.* Ecography 39:001-009.
- Serrano, L.; Reina, M.; Martín, G. y otros. (2006). *The aquatic systems of Doñana (SW Spain): watersheds and frontiers.* Limnetica, 25(1-2):11-32.
- Tagliatalata, S.; Ruiz, J.; Prieto, L. y Navarro, G. (2014). *Seasonal forcing of image-analysed mesozooplankton community composition along the salinity gradient of the Guadalquivir estuary.* Estuarine, Coastal and Shelf Science, 149:244-254.
- Toral, G.M.; Baouab, R.E.; Martínez-Haro, M. y otros. (2015). *Effects of Agricultural Management Policies on the Exposure of Black-Winged Stilts (Himantopus himantopus) Chicks to Cholinesterase-Inhibiting Pesticides in Rice Fields.* Plos One, 10(5).
- Tortosa, G.; Correa, D.; Sánchez-Raya, A.J. y otros. (2011). *Effects of nitrate contamination and seasonal variation on the denitrification and greenhouse gas production in La Rocina Stream (Doñana National Park, SW Spain).* Ecological Engineering 37:539-548.
- Trick, T. (1998). *Impactos de las extracciones de aguas subterránea en Doñana: aplicación de un modelo numérico con consideración de la variabilidad de la recarga.* Tesis doctoral. ETSICCP-UPC. Barcelona.
- Trick, T. y Custodio, E. (2004). *Hydrodynamic characteristics of the western Doñana region (área of El Abalarío), Huelva, Andalucía, Spain.* Hydrogeology Journal, 12:321-335.
- UNESCO. (2015). *Mission Report / Rapport de Mission. Doñana National Park (Spain) (685bis).* 14 -17 de enero de 2015.
- UPC (1999). *Modelo regional de flujo subterráneo del sistema acuífero Almonte-Marismas y su entorno.* Grupo de Hidrología Subterránea (UPC, Barcelona). Realizado para el IGME. Informe inédito.
- Valverde, J.A. (1960). *Vertebrados de las Marismas del Guadalquivir (introducción a su estudio ecológico).* Archivos del Instituto de Aclimatación, IX:1-168.
- Velasco Ayuso, S.; Guerrero, M.C.; Montes, C. y López-Archilla, A.I. (2009). *Spatiotemporal distribution of microbial communities in a coastal, sandy aquifer system (Doñana, SW Spain).* Geobiology, 7(1):66-81.
- Velasco Ayuso, S. (2010). *El acuífero de Doñana como un sistema ecológico: estructura y función de sus comunidades microbianas.* Memoria presentada para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Madrid, Departamento Interuniversitario de Ecología.
- Vélez Martín, A. (2015). *Estudio de la comunidad vegetal tras la restauración ecológica de una marisma transformada en el Parque Nacional de Doñana.* Tesis Doctoral. Universidad de Huelva, Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública.
- Vioque Fernández, A.; De Almeida, E.A.; Ballesteros, J. y otros. (2007). *Doñana National Park survey using crayfish (Procambarus clarkii) as bioindicator: Esterase inhibition and pollutant levels.* Toxicology Letters, 168:260-268.
- Vioque Fernández, A.; De Almeida, E.A. y López Barea, J. (2009). *Assessment of Donana National Park contamination in Procambarus clarkii: Integration of conventional biomarkers and proteomic approaches.* Science of the Total Environment, 407(5):1.784-1.797.
- Walton, M.E.M.; Vilas, C.; Cañavate, J.P. y otros. (2015). *A model for the future: Ecosystem services provided by the aquaculture activities of Veta la Palma, Southern Spain.* Aquaculture 448:382-390.

# ANEXO.

## TALLER DE EXPERTOS DEL AGUA EN DOÑANA

### CONCLUSIONES

Con fecha 23 y 24 de mayo de 2016, WWF España celebró en Sevilla el “Taller de Expertos del Agua en Doñana”. En las instalaciones de la Estación Biológica de Doñana se dieron cita investigadores y gestores con amplia experiencia y conocimiento en la materia y en el ámbito de Doñana, con los siguientes objetivos:

- Contrastar el diagnóstico previo realizado en el informe preliminar sobre los usos del agua con los participantes en el Taller.
- Obtener e identificar información relevante sobre el estado de Doñana, el agua y sus ecosistemas.
- Elaborar conclusiones e identificar orientaciones estratégicas de forma consensuada para la gestión sostenible del agua en el entorno de Doñana.

El informe preliminar se elaboró tras un análisis bibliográfico y con las aportaciones de gran parte de los asistentes al taller, además de otras personas que no pudieron asistir. A continuación se exponen las conclusiones consensuadas en dicho taller.

### ESTADO DE LAS AGUAS, HÁBITATS Y ESPECIES DE DOÑANA

Actualmente, el documento de la administración con información cuantitativa y cualitativa más completa sobre el agua en Doñana es el Plan Hidrológico del Guadalquivir 2015-2021. A pesar de ello, el Plan no recoge toda la información disponible sobre el estado de los ecosistemas y las aguas de Doñana, realizando una evaluación incompleta que ha podido llevar a un diagnóstico equivocado del mismo. Por otro lado, el borrador de Plan Rector de Uso y Gestión de Doñana (a punto de ser aprobado), que hace además las funciones de plan de gestión del espacio Red Natura 2000, no realiza una evaluación del estado de conservación de todos los hábitats y especies de Doñana, haciendo solo una valoración general de algunos ecosistemas, grupos de hábitats y especies.

La evidencia científica permite concluir que las masas de agua, así como los ecosistemas del Espacio Natural Doñana y de su entorno, están en peor situación de lo que recogen los documentos del PHG y del PRUG. La desecación de lagunas, los cambios en la vegetación, y en particular la regresión de determinadas especies

de vegetación acuática, la desaparición de varias especies de peces y odonatos, la rarefacción de algunas especies de aves junto con el avance de la eutrofización y las especies invasoras así lo atestiguan.

A pesar de importantes inversiones con resultados puntuales favorables, la tendencia del estado de las aguas y la conservación de la biodiversidad en Doñana no es, en conjunto, positiva. Los ecosistemas acuáticos de Doñana están sometidos a las presiones del cambio global, por un lado, y a las específicas de la extracción y contaminación de aguas subterráneas y superficiales por otro. Esto afecta directamente al estado actual de Doñana pero también impide compensar los efectos del cambio climático.

### PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN

Pocos humedales de España, y del mundo, cuentan con la cantidad de información que tiene Doñana.

La información sobre Doñana es, de hecho, tan amplia, que se hace necesaria una recopilación y puesta en formato adecuado de todos los datos disponibles para sacar de ellos su máxima utilidad de cara a la mejora del espacio.

A pesar de la ingente cantidad de información, hay algunos aspectos en los que contar con nuevos datos e información actualizada periódicamente permitiría mejorar la gestión del espacio. Este es el caso de los modelos de funcionamiento hidrodinámico de la marisma o del modelo hidrogeológico. En este contexto se recomienda construir y mantener estaciones de aforo para medir todos los caudales de entrada y salida de la marisma, que permitirían calibrar y validar el modelo hidrodinámico de su funcionamiento, así como instalar, en un plazo corto, caudalímetros en todos los pozos y tomas superficiales de la zona, con el fin de calibrar el modelo del acuífero.

La falta de datos, en cualquier caso, no debe aducirse como excusa para no empezar a actuar en la eliminación de amenazas que sufre Doñana.

### PROPUESTAS DE GESTIÓN

Los objetivos de conservación de Doñana vienen definidos en el complejo marco jurídico que le atañe. Estos objetivos no se limitan solamente a su protección pasiva como es el caso cuando se aplica el principio de no deterioro de la DMA o a mantener la integridad del lugar según establece la Directiva Hábitat. En los casos donde sea necesario se deberá restaurar, es decir, aplicar las medidas necesarias para alcanzar el Buen Estado o el Estado de Conservación Favorable de los hábitats y especies que motivaron la designación del lugar, por ejemplo a través de la reducción de las presiones que se ejercen sobre los ecosistemas.

A pesar del marco jurídico de protección y recuperación de sus ecosistemas, la gestión del espacio cuenta con un problema en el proceso de planificación. El diagnóstico incompleto de los principales planes de gestión que afectan a Doñana (PHG y PORN/PRUG) se acompaña de unos objetivos de conservación demasiado genéricos, que impiden que se diseñen las medidas necesarias en ambos planes para alcanzar tanto el Buen Estado de las masas de agua como del Estado de Conservación Favorable de los hábitats y especies de Doñana.

Es imprescindible, por tanto, definir unos objetivos de conservación más detallados cualitativa y cuantitativamente en el PORN y desarrollar un diagnóstico adecuado del grado de conservación de sus hábitats y especies. De esta forma se podrían

definir y seleccionar medidas en un contexto de coste-eficacia adecuado. Los objetivos de conservación de un espacio como Doñana no deben limitarse al mantenimiento de los valores de conservación actuales, sino que deben mejorar las funciones de los ecosistemas claves para la biodiversidad de Doñana.

Doñana es un sistema amplio e interconectado, por ello debe gestionarse como una unidad, incluyendo el estuario, la costa y los acuíferos en la cuenca del Tinto-Odiel-Piedras, el Aljarafe, y la margen izquierda del Guadalquivir.

Doñana es además un sistema dinámico que no puede gestionarse de forma estática. Su manejo debe ir acompañado de un buen seguimiento que permita adaptarse a circunstancias cambiantes, que superan el ámbito del espacio protegido. Por ello es imprescindible coordinar la gestión y el seguimiento entre las principales administraciones con competencias: Espacio Natural Doñana, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y Estación Biológica de Doñana.

El acuífero de Doñana, del que dependen buena parte de sus valores naturales, tiene una fuerte inercia, que lleva a que las presiones tarden décadas en verse reflejadas en impactos, al igual que ocurre con las soluciones a esas presiones. Por ello es urgente empezar a aportar soluciones que eliminen las presiones, y tener siempre en cuenta el largo plazo en la gestión.

Con el conocimiento y el marco normativo y de planificación actuales pueden empezar a aplicarse medidas que contribuyan a mejorar el estado de conservación de Doñana o, al menos, a que éste no empeore a corto plazo. En este sentido se proponen como acciones de mayor urgencia:

- Mejorar la depuración del agua que vierte a Doñana y reducir igualmente la contaminación de fuentes difusas.
- Cerrar pozos ilegales y controlar extracciones de agua subterránea.
- Diseñar un Plan de Extracciones del acuífero.
- Mejorar las prácticas de riego en la comarca, planteando incluso el cambio de cultivos.
- Reubicar los sondeos de Matalascañas y otras zonas especialmente sensibles.

Se plantean además otras acciones de menor urgencia:

- Concluir las actuaciones de Doñana 2005 para la restauración hidrológica de la marisma.
- Utilizar los fondos del Programa de Desarrollo Rural para reducir el consumo de agua por parte de la agricultura en el ámbito de influencia hidrológica de Doñana
- Promover medidas de ahorro de agua en las zonas urbanas que se abastecen de aguas subterráneas.
- Analizar la conveniencia, los riesgos, las oportunidades y las implicaciones a largo plazo de utilizar fuentes de agua alternativas (trasvase, reutilización, desalación...) para reducir la presión que implican las demandas de la zona, una vez optimizado el uso del agua por otros medios.

Otra de las necesidades identificadas para asegurar la buena gestión del espacio es la de mejorar la gobernanza. Entre las principales acciones identificadas figuran integrar el conocimiento científico en la gestión y asegurar el cumplimiento del marco normativo vigente. En este sentido se ha identificado la necesidad de implicar a la población local y a los usuarios del agua, para hacerles partícipes del valor que Doñana y sus ecosistemas tienen para su calidad de vida y la actividad económica en la zona, y así alcanzar compromisos compartidos entre todos los actores interesados.

## ASISTENTES AL TALLER

**Jordi Figuerola.** Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), departamento de Ecología de Humedales.

**Luis Santamaría.** Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), jefe del Departamento de Ecología de Humedales.

**Andy Green.** Profesor de investigación en la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), aves acuáticas y su papel en la ecología de los humedales.

**Carmen Díaz Paniagua.** Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), Departamento de Ecología de Humedales.

**Carlos Mediavilla.** Responsable de la oficina del Instituto Geológico y Minero de España en Sevilla.

**Carolina Guardiola Albert.** Doctora en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente por la Universidad de Valencia, investigadora en el Instituto Geológico y Minero de España.

**Claus Kohfahl.** Científico titular en el Instituto Geológico y Minero de España.

**Carlos Fernández Delgado.** Catedrático de la Universidad de Córdoba, Departamento de Zoología.

**Emilio Custodio.** Catedrático Emérito de Hidrología Subterránea, Universidad Politécnica de Cataluña. Exdirector del Instituto Geológico y Minero de España.

**Josep Dolz.** Director del Instituto de Dinámica Fluvial e Ingeniería Hidrológica de la Universidad Politécnica de Cataluña.

**Laura Serrano.** Profesora titular de la Facultad de Biología de la Universidad de Sevilla.

**Miguel Rodríguez.** Profesor titular en la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, experto en Hidrogeología de Humedales y Gestión de Recursos Hídricos.

**Patrick Grillas.** Director de Programas en la Estación Biológica de la Tour du Valat.

**Tobías Salathé.** Asesor senior para Europa, Secretaría del Convenio Ramsar.

**Rafael Sánchez.** Experto independiente.

**Eva Hernández.** Responsable del Programa de Aguas y Agricultura de WWF España.

**Felipe Fuentelsaz.** Coordinador de Agricultura en la oficina de WWF España en Doñana.

**Rafael Seiz.** Técnico experto en Aguas de WWF España.

**Juanjo Carmona.** Coordinador de la oficina de WWF España en Doñana.

**Guido Schmidt.** Consultor independiente.

### Equipo de facilitación

**Marisol Manzano** (Profesora titular de Hidrogeología en la Universidad Politécnica de Cartagena) no pudo asistir al taller, pero realizó aportaciones por escrito.

# Doñana en cifras

**80%**

De las marismas del Guadalquivir se perdieron en el siglo XX

**20%**

Es el caudal de agua natural que le queda a Doñana respecto a la situación histórica



**30 AÑOS**

El tiempo mínimo que necesitara el acuífero para recuperarse

**+4000**

especies viven en Doñana



**Por qué estamos aquí**

Para detener la degradación del ambiente natural del planeta y construir un futuro en el cual los humanos convivan en armonía con la naturaleza.

[www.wwf.es](http://www.wwf.es)