

Intervención de la Estación Biológica de Doñana CSIC en el Pleno Extraordinario del Consejo de Participación de Doñana, 10 de abril de 2023

Eloy Revilla. Director de la Estación Biológica de Doñana CSIC

Se ha convocado este pleno extraordinario para analizar la proposición de Ley "*Mejora de ordenación de las zonas de regadío del Condado de Huelva en los términos municipales de Almonte, Bonares, Lucena del Puerto, Moguer y Rociana del Condado (Huelva)*" presentada en el Parlamento de Andalucía, por su repercusión sobre el estado de conservación del acuífero de Doñana del que dependen numerosas especies y hábitats catalogados como prioritarios por la legislación andaluza, española y comunitaria.

España está condenada por sentencia de 24 de junio de 2021 del Tribunal de Justicia de la Unión Europea (C-599/19 Doñana), por incumplir las obligaciones derivadas de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), y de la Directiva Hábitat (92/43/CEE), al no haber tenido en cuenta la extracción ilegal de agua para el cultivo y las extracciones de agua para abastecimiento urbano en la estimación de las extracciones totales de agua subterránea de la comarca de Doñana, y por no haber previsto ninguna medida para evitar la alteración ocasionada por las extracciones de agua subterránea sobre los tipos de hábitats catalogados como prioritarios.

Los humedales son probablemente el valor natural más importante de Doñana, distinguiéndose dos tipos principales, la marisma y las lagunas. La marisma se forma sobre un sustrato arcilloso capaz de retener el agua de la lluvia y la que llega a través de los aportes de caños y arroyos, que, a su vez, son también dependientes de las aguas subterráneas.

Las lagunas de Doñana

La mayoría de las lagunas de Doñana dependen de las aguas subterráneas, apareciendo en los puntos de descarga del acuífero. La lluvia permite la recarga del acuífero, dando lugar en años normales a una importante red de lagunas (Figura 1). Este sistema de lagunas es único en Europa por la gran abundancia y heterogeneidad de lagunas que contiene. En 2004 el sistema de lagunas de Doñana se cartografió en detalle sobre la base de una imagen multiespectral en un año de máxima inundación. Solo en el Parque Nacional de Doñana se cartografiaron alrededor de 3000 lagunas temporales, la mayoría de pequeñas dimensiones (<50m²), que son características de las lagunas temporales mediterráneas. La vegetación de las orlas y las cubetas de las lagunas temporales constituyen un tipo de hábitat clasificado como prioritario por la UE (lagunas temporales mediterráneas HIC 3170).

Existen unas pocas lagunas que se secan muy raramente (lagunas permanentes), mientras que la mayoría son lagunas temporales, que se secan todos los años durante el verano. Los niveles de inundación y el hidroperiodo de las lagunas situadas sobre suelos arenosos dependen directamente de las fluctuaciones del nivel freático, siendo algo más compleja la dinámica de algunas de las lagunas situadas en la vera, donde se alternan capas arenosas y arcillosas. Los

sistemas mediterráneos como Doñana se caracterizan por importantes fluctuaciones en la disponibilidad de agua en función de la recurrencia de períodos húmedos y secos. Por otro lado, la explotación no sostenible del acuífero de Doñana, caracterizada por una extracción superior al nivel de recarga, no ha dejado de crecer en los últimos años, afectando severamente a la dinámica de todo el sistema, incluyendo la integridad de los hábitats catalogados como prioritarios y las especies que dependen de ellos.

El nivel freático ha descendido de manera generalizada. La mayoría de las áreas en que la CHG sectoriza el acuífero muestran tendencias negativas, solo dos de ellas se libran de esa disminución. La profundización del nivel freático tiene una consecuencia directa sobre las lagunas al afectar a su hidropериodo (el tiempo que permanecen inundadas) y la superficie que se inunda cada año, pudiendo llegar a secarlas completamente durante varios años. Cuando la sucesión de años sin inundación supera el tiempo medio de recurrencia de las sequías típicas del Mediterráneo se produce la desaparición de la vegetación propia de las lagunas, perdiéndose los hábitats catalogados por la Directiva. El proceso termina con la desaparición completa de las lagunas afectadas al ser completamente colonizadas por vegetación terrestre.



Figura 1. Izquierda: Distribución de dos de los hábitats catalogados como prioritarios por la UE que son completamente dependientes del nivel freático (Lagunas temporales mediterráneas y depresiones intradunares húmedas). Derecha: ejemplos de lagunas temporales mediterráneas de Doñana.

Estado actual de conservación de las lagunas de Doñana

El deterioro del sistema de lagunas de Doñana es generalizado. Las lagunas de pequeño tamaño fueron las primeras en desaparecer. Mediante el uso de teledetección se ha realizado el seguimiento entre 1985 y 2018 de las 316 lagunas de mayor tamaño (>900 m²) del Parque Nacional, estimando para cada año la superficie máxima inundada y la fecha en la que se secan.

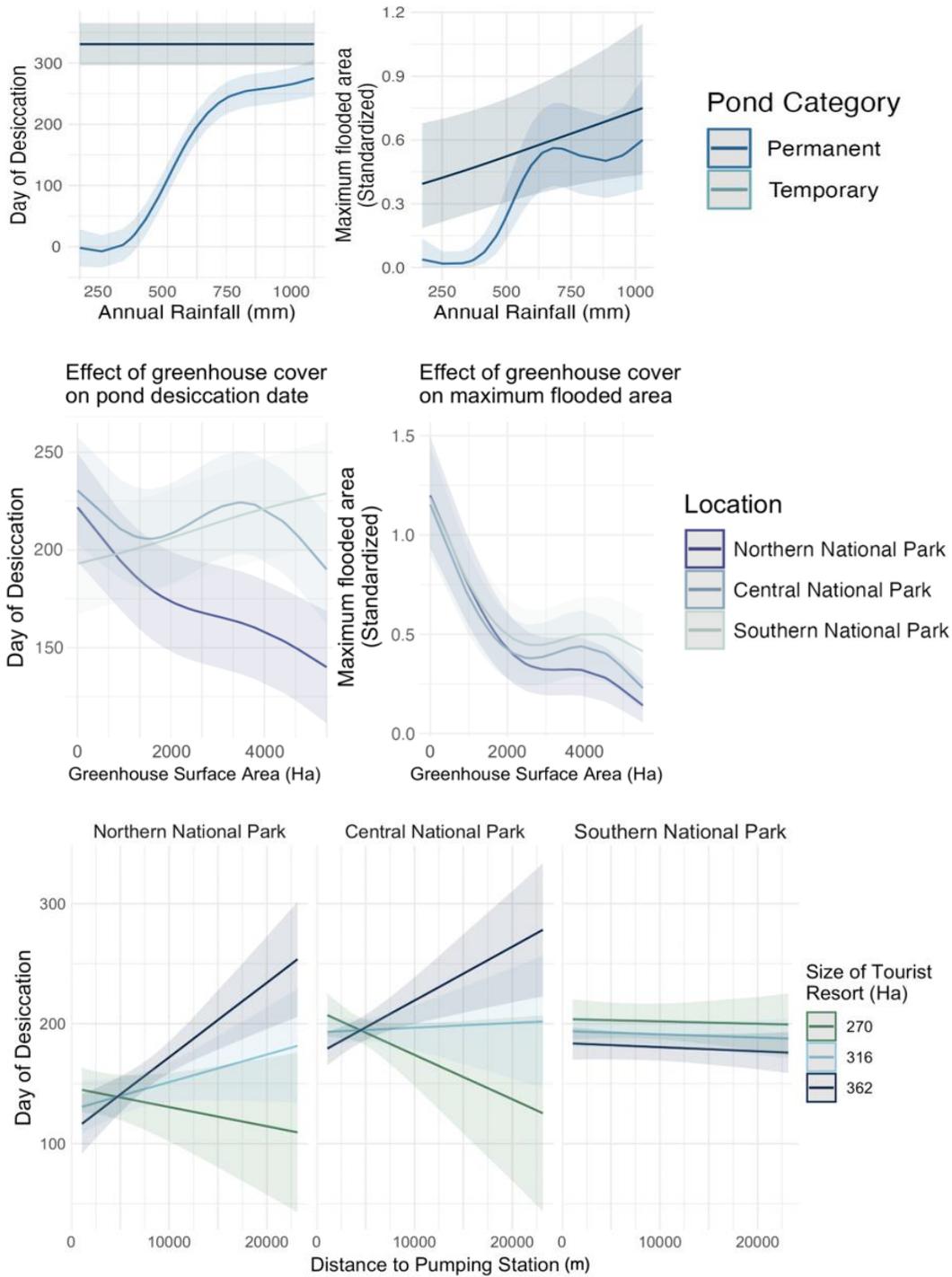


Figura 2. Efecto sobre la fecha de desecación y el máximo área inundada de las variables significativas: precipitación anual, superficie cubierta de invernaderos, distancia a los sondeos de Matalascañas (de Felipe et al 2023).

Las lagunas muestran una tendencia generalizada significativa a secarse antes y a que la superficie inundada sea cada vez menor. El 59% de las lagunas estudiadas no se ha inundado al menos desde 2013. Los cambios observados están significativamente relacionados con la temperatura y la precipitación de cada año, así como con la extensión de áreas cultivadas, la superficie construida en Matalascañas, la distancia a las estaciones de bombeo de la urbanización y al funcionamiento del campo de golf (Figura 2).

Con estos análisis podemos ver el efecto de las variables humanas relacionadas con el consumo de agua una vez controlado el efecto de las variables climáticas. El 80% de las lagunas tuvieron una anomalía negativa en la fecha de desecación, y el 84% en el área inundada, es decir, habían empeorado más de lo esperado por la precipitación y temperatura observadas. El impacto negativo es generalizado, teniendo especial intensidad en las zonas colindantes con Matalascañas, toda la zona oeste del Parque Nacional, la Mogea y el Abalarío. Se observan anomalías positivas solamente en las zonas que fueron restauradas en los Sotos (Figura 3). Es de esperar que desde 2018 hasta la fecha la situación haya seguido deteriorándose.

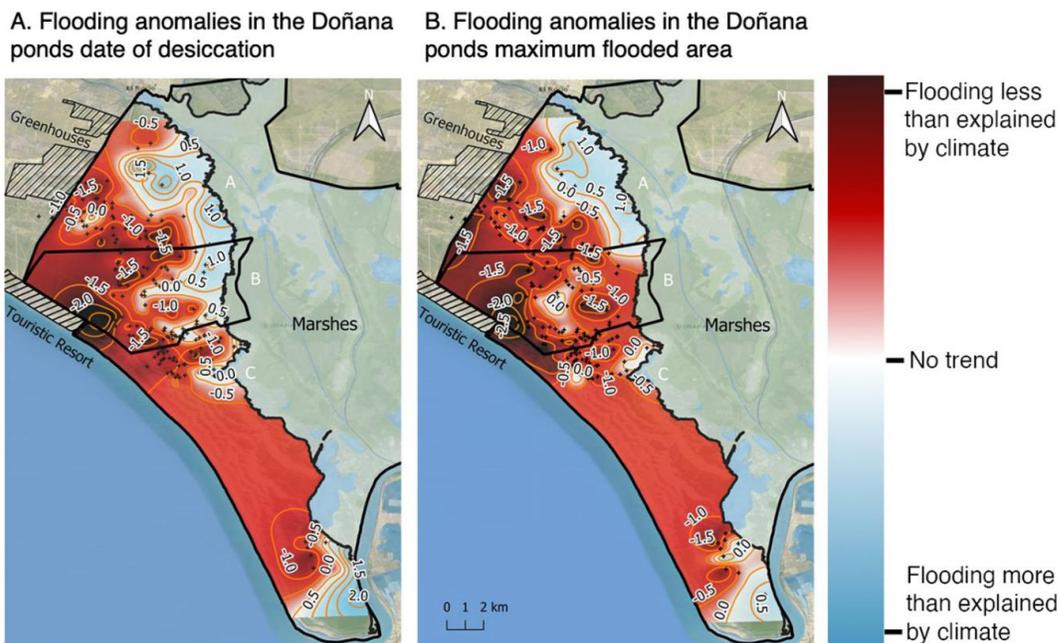


Figura 3. Predicción espacial de las anomalías climáticas en la fecha de desecación (izquierda) y el área máxima inundada (derecha) en el parque nacional. Una anomalía positiva significa por ejemplo que el área se seca más tarde de lo esperado por el clima mientras que una anomalía negativa se interpreta como que el área se ha inundado menos de lo esperado por el clima. Estas anomalías se explican por el efecto de las variables humanas que afectan al acuífero (de Felipe et al 2023)

Mediante monitoreo directo en campo en 2021 y 2022 hemos evaluado la invasión por vegetación terrestre que están sufriendo las lagunas de mayor tamaño. El 19% de las 267 lagunas muestreadas se han perdido por completo al estar ya totalmente invadidas por vegetación terrestre (Figura 4). Entre las lagunas desaparecidas están la laguna del Moral, el Charco del

Toro, el Zahillo, la laguna del Ojillo, la del Taraje, las de las Madroñas, las del Tardeo, la del Pajarillo, la laguna del Pato, la de la Mogeá, la del Acebuche de las Palomas, la del Acebuche de Matalascañas, la laguna del Pino, y las lagunas del Brezo y el Brecillo (Figura 5). Además, otro 19% de las lagunas tiene más de un 50% de su cubeta invadida por matorral y pinos (por ejemplo, el Navazo del Toro). Solamente un 10% se mantienen en buen estado, estando localizadas principalmente en la Vera.

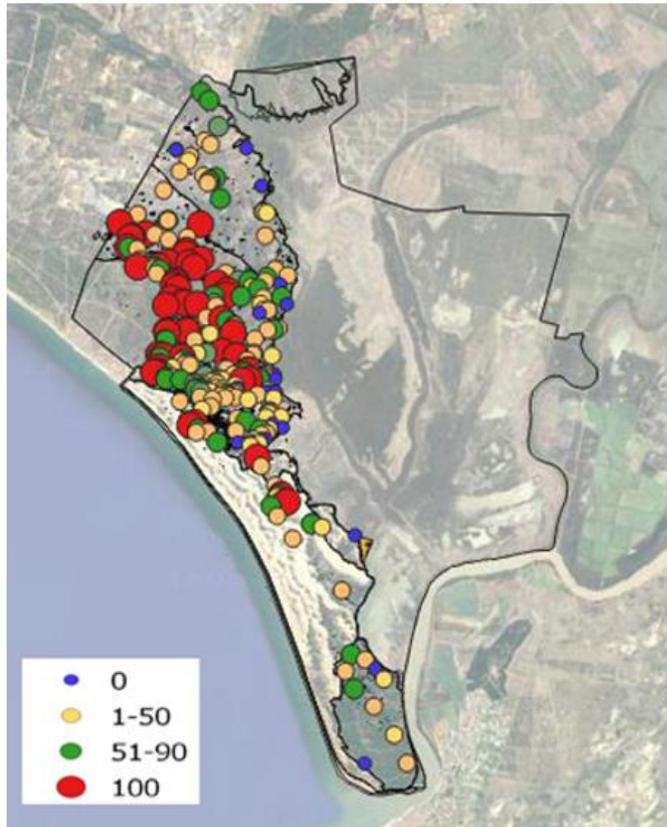


Figura 4. Distribución espacial de las lagunas temporales de Doñana en las que se ha perdido hábitat catalogado de interés comunitario por sustitución por vegetación terrestre. Los valores indican el % de la laguna que se ha perdido (entre 0% y el 100%).

Las tres lagunas que funcionaban como permanentes han dejado de serlo. El Sopotón y la Dulce, que solo se secaban ocasionalmente, ahora se secan con frecuencia. El Sopotón se ha secado todos los años desde 2012. La situación de Santa Olalla ha sido extrema el verano de 2022, en que se secó completamente. Esta laguna se secó parcialmente también en 1983 y 1995, en ambas ocasiones tras 4 años sucesivos de sequía. Actualmente estamos también en un periodo seco, pero Santa Olalla está mostrando valores mínimos de superficie inundada desde 2012, a pesar de que tanto 2010 como 2011 fueron años lluviosos. La superficie de la cubeta que se ha inundado en la última década en Santa Olalla es aproximadamente un 50% inferior al valor de la cartografía realizada en 2004 (un 37% inferior en el caso de la Dulce). La parte de estas lagunas que ya no se inunda está siendo ocupada por otros tipos de vegetación, en un proceso equivalente al de las lagunas temporales conforme van desapareciendo.



Figura 5. Ejemplo de laguna temporal desaparecida. Laguna del Moral, actualmente invadida por monte blanco (matorral típico de zonas secas).

Todos estos cambios están asociados al descenso de los niveles piezométricos en el oeste y el noroeste de la Reserva Biológica de Doñana. Por ejemplo, los piezómetros del Ojillo y de la Mogeja muestran que el nivel freático está ahora a entre 5 y 6 m de profundidad, con valores inferiores a los de 1995 (el mínimo detectado en la serie). En el Ojillo, el piezómetro ha descendido 65 cm por debajo del mínimo histórico, siendo descendentes todos los valores registrados desde febrero de 2021 (Figura 6).

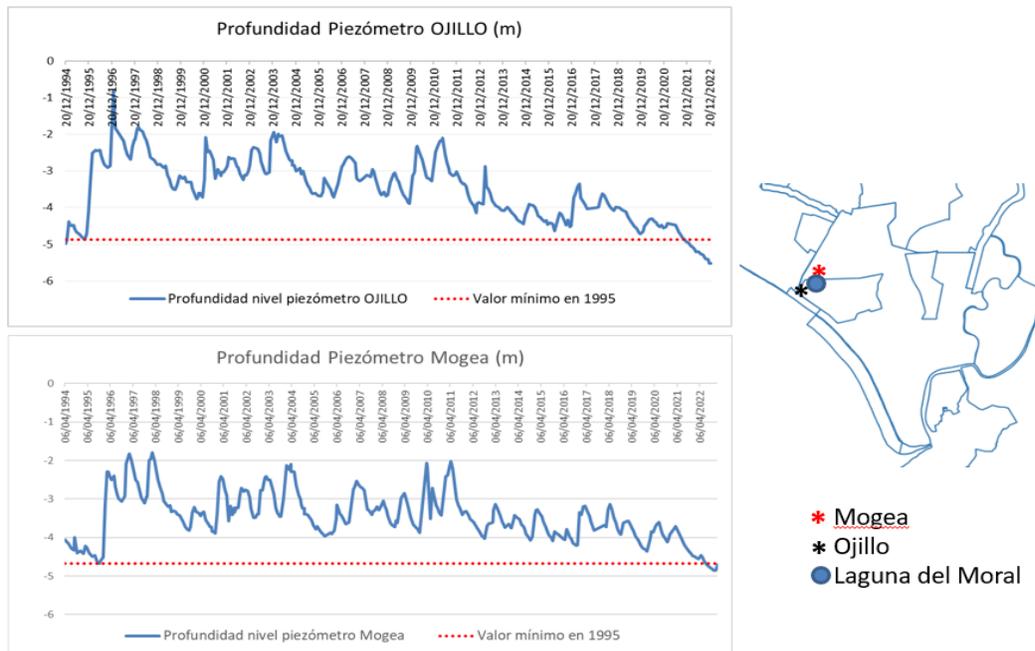


Figura 6. Perfil de niveles piezométricos en el Ojillo y la Mogeja, al oeste del Parque Nacional entre 1994 y 2022.

Efectos de la pérdida de los hábitats catalogados como lagunas temporales sobre la biodiversidad

Las lagunas son el hábitat de una fauna y vegetación singulares, adaptadas a resistir los periodos secos típicos de las zonas mediterráneas. No solo las grandes lagunas son importantes, las lagunas someras de pequeñas dimensiones son también críticas para especies singulares por su rareza y por su estado de conservación. Son por ejemplo el hábitat de reproducción de anfibios y un gran número de macroinvertebrados como los odonatos. Además, la orla de pasto de las lagunas temporales es clave para prolongar la temporada de reproducción de los conejos hasta bien entrado junio, siendo su pérdida uno de los factores que impiden la recuperación del conejo en Doñana.

Los anfibios han perdido un gran número de sus lugares de reproducción, al acortarse el periodo de inundación de todos ellos, lo que afecta a las especies con un periodo larvario más largo, como el sapo de espuelas, que a menudo no pueden completar. También se ven afectadas las especies de lagunas efímeras, que ya no se forman, o, si lo hacen, no permanecen el tiempo suficiente para que las larvas completen el desarrollo. La riqueza de especies de anfibios se ha reducido de una media de 4.3 especies/km² en 2003 a 2.5 especies/km² en 2021 (Figura 7). Hay que recordar que los anfibios son un grupo especialmente sensible, y con numerosas especies amenazadas.

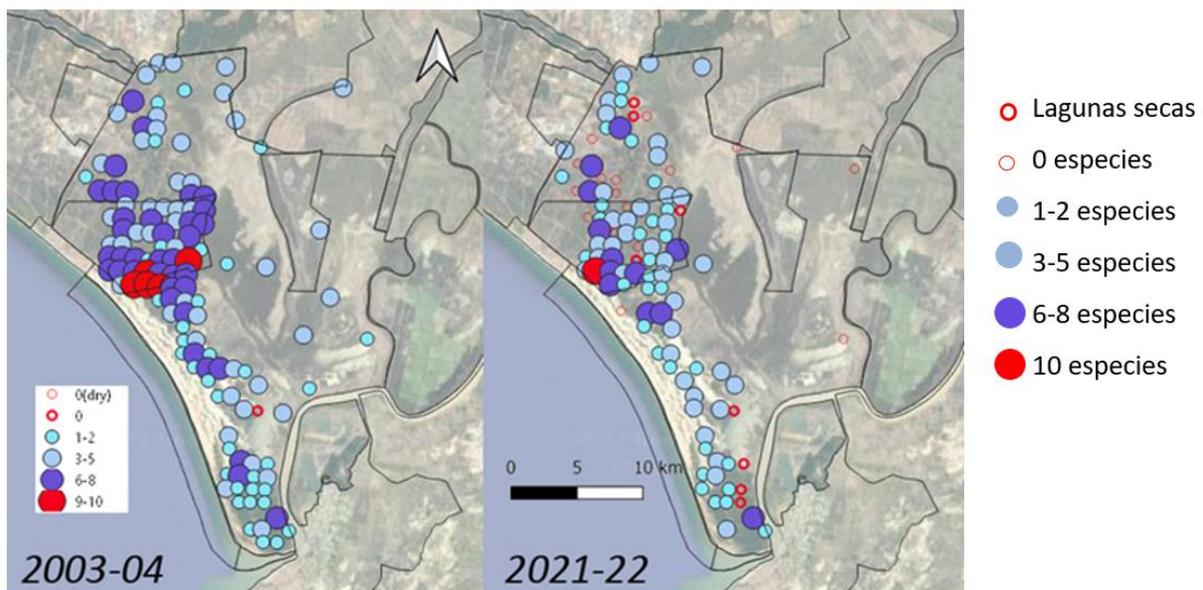


Figura 7. Variación en la riqueza de anfibios observada en el Parque Nacional de Doñana entre los años 2003-2004 y 2021-2022, medida como número de especies detectadas por cuadrícula (especies/km²).

En Doñana se conservan las dos especies de galápagos autóctonas de la península ibérica, ambas incluidas en listas rojas europeas. Las poblaciones de Doñana se consideraban entre las mejor conservadas. Estas especies se encuentran en las grandes lagunas, pero también se solían encontrar en muchas de las lagunas que tenían zacallones con agua todo el año. Es preocupante la reducción que está sufriendo el galápagos europeo en Doñana, ya que hoy solo está presente en el 33% de las cuadrículas que ocupaba en los años 90.

La pérdida de hábitats acuáticos ha tenido un notable efecto sobre las libélulas y caballitos del diablo (odonatos). Este grupo es un excelente indicador del estado de conservación de los medios acuáticos debido a la diversidad de hábitats que las distintas especies requieren para su reproducción. Doñana estaba considerada como un punto de alta diversidad de odonatos al haberse descrito desde 1959 un total de 43 especies. En la última década solo se han detectado 26 especies, con tan solo 12 especies observadas en 2022 (28% del total).

Doñana conserva especies amenazadas de peces, como la colmilleja, el salinete, o la anguila. Estas especies se encontraban tradicionalmente en los caños de la vera, que en los últimos años se secan en verano, por lo que han desaparecido (nótese que los caños y los ojos de la marisma son puntos de descarga del acuífero que también están desapareciendo de Doñana). La desecación total de Santa Olalla en 2022 ha supuesto la muerte de las anguilas que quedaban en esa última laguna permanente.

Las lagunas de Doñana son muy importantes para la conservación de plantas acuáticas, algunas de las cuales tienen una distribución restringida y están amenazadas. En general, la pérdida de inundación está afectando principalmente a las especies asociadas a lagunas de hidroperiodo largo. Hace más de 20 años que las especies del género *Utricularia* y las del género *Hydrocharis*, que históricamente estaban presentes en Martinazo, el Sopetón y el Hondón, han desaparecido de Doñana. Las especies flotantes han ido restringiendo su área a los zacallones y a dos de las grandes lagunas (Dulce y Sopetón). Entre ellas destacan especies amenazadas, como *Wolffia arrhiza* o *Ricciocarpos natans*. También es muy importante la regresión de las especies del género *Potamogeton*: *P. crispus* y *P. polygonifolius*, que se citaban en el parque nacional hace 20 años, hoy en día han desaparecido, mientras que *P. natans* y *P. lucens* aún están presentes, gracias a poblaciones marginales en algunos de los zacallones del parque.

Otros hábitats afectados

Además de las lagunas temporales, existen otros tipos de hábitat prioritarios cuya conservación depende directamente de un acuífero en buen estado, como es el caso de las depresiones intradunares húmedas (HIC 2190), o el monte negro, caracterizado por matorral higrofítico típico de dunas fijas descalcificadas atlánticas (HIC 2150) o por brezales húmedos atlánticos (HIC 4020). El monte negro representa diversas etapas seriadas del alcornocal, que en Doñana se encuentra en un estado de conservación muy degradado.

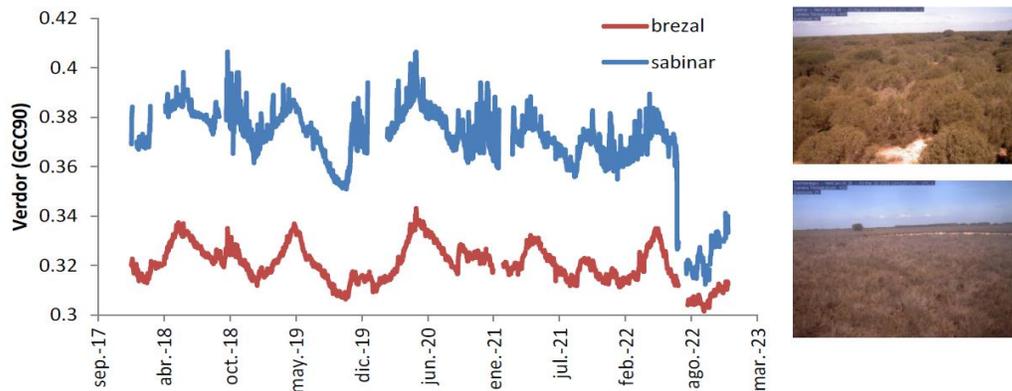


Figura 8. Variación en la fenología obtenida por las fenocámaras en las parcelas de seguimiento a largo plazo de sabinar y monte negro de la ICTS-RBD. Los valores corresponden al índice GCC90 que indica el grado de actividad fotosintética de la vegetación. Nótese la marcada caída observada en 2022 (Díaz-Delgado in prensa).

La monitorización mediante fenocámaras por parte de la ICTS-RBD hace evidente el efecto de la disminución de la disponibilidad de agua en el suelo, causando el decaimiento de la vegetación higrofitica de Doñana (Figura 8). Su impacto se inicia con la pérdida generalizada de cobertura, con una recuperación posterior centrada en las especies menos exigentes, que aumentan su reclutamiento y cobertura, y que terminan sustituyendo a las más higrófiticas. En el periodo 2008-2022 observamos tendencias significativas de reducción sistemática de cobertura en las parcelas de monte negro de *Erica scoparia* en paralelo con un aumento significativo de *Ulex australis*. Se observa además un aumento significativo de la cobertura representada por especies arbóreas de baja exigencia hídrica (sabinas y pinos piñoneros).

Asociado al decaimiento y pérdida del monte negro dentro del Espacio Natural, se está produciendo la defoliación y muerte de numerosos árboles, incluyendo alcornoques multicentenarios, lo cual es un buen indicador de la excepcionalidad de la situación actual. Esta primavera hemos realizado una prospección de 121 alcornoques, de los que 109 eran centenarios, y los 12 restantes eran más jóvenes, la mayoría procedentes de repoblaciones. Desde su última revisión en 2009/2010, han muerto el 8.3%, mientras que un 10.7% adicional está en muy mal estado, con una tendencia generalizada a la defoliación (de un promedio de 3.22 en el índice de cobertura foliar ICF se ha pasado a un 2.42, siendo el máximo ICF de 5, con el 100 % de cobertura foliar).

La mortalidad se concentra sobre todo en el Moral, el Navazo del Toro y El Ojillo, zonas que se corresponden con la parte más elevada de la RBD (entre 21-30 msnm). En esta zona el 27% de los alcornoques revisados están muertos, frente a entre un 3 y un 5% de los localizados en zonas más bajas. Los que aún están vivos se encuentran en muy mal estado. Los alcornoques de estas zonas afectadas presentaban un buen estado al menos hasta el otoño de 2021, por lo que su decaimiento y muerte se ha producido de manera súbita a lo largo de 2022 y lo que llevamos 2023 (Figura 9).

Doñana está sufriendo un periodo de sequía que genera un importante estrés hídrico en los alcornoques. En estas situaciones, los árboles dependen del nivel freático para su supervivencia. Las mediciones efectuadas en el piezómetro situado en El Ojillo muestran un descenso continuado a lo largo de los años. El nivel mínimo medido en 2022 sitúa el freático a una profundidad de 5.53 m, que, como ya hemos comentado, está por debajo del mínimo histórico registrado. Por el contrario, en las zonas más bajas de la RBD correspondientes a la Vera, el nivel del freático ha sido más estable, teniendo los alcornoques próximos a estas zonas un mejor estado (el piezómetro del Caño de la Raya muestra un nivel mínimo a 1.26 m de profundidad en 2022). En otras zonas de Doñana donde también se ha producido una bajada importante del nivel freático, como es el caso del Coto del Rey, también se están produciendo importantes mortalidades de alcornoques.

Las otras causas a las que se asocia la muerte de grandes árboles son la senescencia y la presencia de *Phytophthora cinnamomi*. Este patógeno se detectó por primera vez en la RBD en 2008, causando la muerte comprobada de algunos ejemplares. Sin embargo, aunque produce síntomas parecidos a los del estrés hídrico, está activo fundamentalmente en periodos húmedos, causando la pudrición de las raíces. El patógeno está extendido por toda la RBD estando presente en el 94% de la rizosfera (suelo) de los 169 alcornoques muestreados durante 2008-2021 (proyecto Life Adaptamed), ocupando tanto las zonas en las que se está produciendo mortalidad de alcornoques como aquellas en las que no se ha observado.



Figura 9. Ejemplo de alcornoques colapsados a lo largo del año 2022. Izquierda: alcornoque 393 (El Moral), Derecha: Alcornoque 390 (El Moral). Reserva Biológica de Doñana

La Proposición de Ley

Al igual que el resto de Andalucía, Doñana está sufriendo un intenso periodo de sequía. El cambio climático está cambiando los patrones de precipitación, cambios que se van a intensificar en el futuro y que indican una clara disminución de la disponibilidad de agua. Además, las temperaturas han subido, y lo van a seguir haciendo. Sabemos que estos episodios extremos van a ser cada vez de más duración y van a ser más frecuentes. Todos estos factores disminuyen la disponibilidad de agua (Figura 10).

Por otro lado, la demanda de agua en la comarca de Doñana no ha dejado de aumentar. Por ejemplo, el regadío en la corona forestal pasó de 2162 ha en 2004 a 3543 ha en 2014 (lo que supone un incremento del más del 30%), siendo la superficie ocupada hoy en día aún mayor.

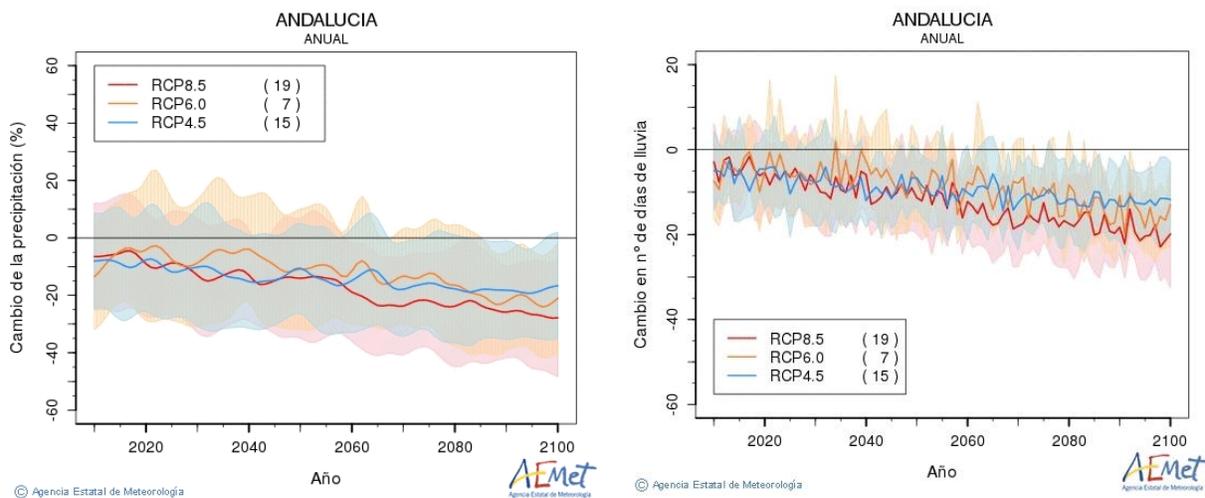


Figura 10. Proyecciones climáticas regionalizadas para Andalucía según varios escenarios de cambio climático en el siglo XXI; evaluación del quinto informe del IPCC. Izquierda: cambio porcentual esperado en la precipitación, derecha: cambio esperado en el número de días de lluvia. Nótese que las proyecciones del sexto informe del IPCC, aun no regionalizadas, son aún peores que las aquí presentadas. Fuente AEMET.

En la proposición de ley se hacen algunas afirmaciones que es necesario comentar.

“El acuífero no se toca”

Los daños que están sufriendo los hábitats que son directamente dependientes del acuífero y que están catalogados como prioritarios, hacen evidente que la explotación actual del acuífero no es sostenible. Esto significa que se está extrayendo más recurso del que se regenera anualmente mediante la recarga por precipitación, que es variable y decreciente, por lo que se está agotando este recurso natural. Esta situación ha sido ya reconocida por la CHG al declarar varios sectores del acuífero como en riesgo de no alcanzar el buen estado.

“Los cultivos de regadío de Doñana son un ejemplo de desarrollo sostenible”

La proliferación descontrolada de cultivos de regadío sin las correspondientes autorizaciones durante las dos últimas décadas muestra la insostenibilidad causada por un claro fallo en la gobernanza por parte de las administraciones con competencias. La falta de ejecución del Plan Especial de Ordenación de los regadíos de la corona norte de Doñana a lo largo de varias legislaturas ha intensificado el problema de mala gobernanza, mostrando una clara falta de voluntad política a la hora de solucionar el problema, como así reconoce la sentencia del tribunal europeo de justicia del 2021. Esta inacción ejecutiva es la que nos ha llevado al insostenible punto crítico en el que actualmente se encuentra Doñana.

“Doñana está más protegida que nunca, estando la preservación de los recursos naturales garantizada”

Los datos presentados muestran que el nivel más alto de protección a nivel estatal y europeo no está sirviendo para proteger los hábitats y especies amenazados de Doñana. Una parte de los resultados presentados hoy utilizan datos hasta 2018 y 2021, por lo que es de esperar que tras un año tan difícil como 2022, o el propio 2023, que no va a ser mejor, la situación no haga sino empeorar rápidamente.

La necesidad adicional de proveer de agua a las explotaciones que carecen de concesiones, tal y como plantea la proposición de ley, dificulta aún más la solución urgente del problema. La situación actual de Doñana es crítica y no permite esperar otra década a que se tomen las decisiones que ajusten la demanda de agua a la disponibilidad. Si así se hiciera, estaríamos imponiendo, contra la legalidad vigente, la pérdida completa de los sistemas de lagunas temporales y otros hábitats dependientes del acuífero. Adicionalmente, de no actuar con urgencia, el agotamiento del recurso hará que las explotaciones legales tengan problemas para regar, como ya está sucediendo en esta campaña de 2022-2023, poniendo en riesgo toda la actividad económica que depende del acuífero.

El problema que afrontamos es muy complejo, como lo será su solución. La creación de falsas expectativas, que a priori sabemos no se pueden cumplir, no hace sino añadir complejidad al problema. Se utiliza una dialéctica infantil, de buenos y malos, que solo busca enfrentar a distintas partes de la sociedad, utilizando mensajes absurdos tales como que el agua de los ríos que llega al mar se pierde, o que la conservación del medio ambiente está necesariamente contrapuesta a la actividad económica. No es este el momento para explicar por qué tales afirmaciones son falsas. Sin embargo, es importante recordar que, para ser sostenibles económica, social y ambientalmente, las actividades humanas, también las económicas, necesitan de un medio ambiente predecible y bien conservado.

Qué debemos hacer

- Es necesario reducir de forma urgente la cantidad total de agua que se extrae del acuífero hasta unos niveles que permitan el inicio de su recuperación. Solo así su explotación podrá ser sostenible a corto, medio y largo plazo.
- Es necesario realizar evaluaciones anuales de la disponibilidad de agua en el acuífero que permitan definir las cantidades máximas que se pueden extraer del mismo, en función de la

recarga anual y de su estado de conservación. Mientras tanto, es necesario establecer restricciones al consumo de agua del acuífero.

- Es necesario actualizar el sistema de evaluación del estado del acuífero de Doñana ya que el actual es tan conservador que solo identifica el mal estado del mismo una vez se han producido daños permanentes sobre los sistemas naturales que dependen del mismo.
- Es necesario reestablecer de forma urgente la gobernanza en la explotación y gestión del agua y el suelo en Doñana y su comarca de manera que estén dentro de la legalidad vigente.
- Es necesario atender el desamparo en el que se encuentran los agricultores legales ante la incertidumbre creada por la proposición de ley, la pérdida de valor de marca de sus productos, la competencia desleal que hacen los productores ilegales y la incertidumbre de cara al futuro.
- Es necesario que se establezca con urgencia la comisión de trabajo multilateral denominada Doñana 2030 tal y como se aprobó en el Consejo de Participación en su momento. Solo así se podrá avanzar de manera rápida y coordinada en la mejora de la gobernanza y la conservación de Doñana y su comarca, despolitizando las decisiones técnicas de gestión y permitiendo el tratamiento no solo respecto a la crítica situación del acuífero, sino también de otros problemas importantes de Doñana, como son la contaminación del agua, la pérdida de valor de Doñana como lugar clave para la reproducción, el paso y la invernada de aves a escala continental, o el intenso sobrepastoreo que está sufriendo por estar las capacidades de carga sobreestimadas para la producción de biomasa que se produce con la precipitación actual, por citar algunos.
- Es necesario intensificar el seguimiento de los sistemas naturales y las especies afectadas por los cambios tan profundos que están ocurriendo por la sobreexplotación de los recursos y el cambio climático.
- Es necesario hacer un análisis socioeconómico que permita diseñar las políticas adecuadas para poder desarrollar una agricultura sostenible en la comarca dentro del actual escenario de cambio climático, e incluyendo las medidas de reconversión del sector y de fomento de otros sectores que sean necesarias.
- Es necesario responder a los legítimos intereses y expectativas de la población de la comarca con incentivos para la diversificación de la actividad económica que incluyan la inversión en educación, y en una industria y unos servicios de valor añadido que sean sostenibles en los escenarios ambientales a los que nos vamos a enfrentar. La localización es inmejorable, como lo son el capital humano y las infraestructuras ya existentes. Además, en estos momentos hay recursos económicos disponibles para emprender un programa ambicioso en este sentido. Sólo nos falta la voluntad política.

Las personas que estamos en esta reunión no tenemos la responsabilidad de haber creado el problema. Sin embargo, tenemos la obligación legal, moral y social de resolverlo. De nuestras decisiones depende el futuro de Doñana y su comarca, que, les recuerdo, no solo es un valor local, o regional, sino que se trata de un patrimonio universal de toda la humanidad. Ustedes han de escoger cómo quieren pasar a la historia.

Referencias

- AEMET. 2023. Proyecciones climáticas regionalizadas para el siglo XXI (según el Quinto Informe de Evaluación del IPCC AR5). https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat
- Antunes, C., Chozas, S., West, J., Zunzunegui, M., Diaz Barradas, M. C., Vieira, S., y Máguas, C. 2018. Groundwater drawdown drives ecophysiological adjustments of woody vegetation in a semi-arid coastal ecosystem. *Global change biology*, 24(10), 4894-4908.
- Antunes, C., Díaz-Barradas, M. C., Zunzunegui, M., Vieira, S., y Máguas, C. 2018. Water source partitioning among plant functional types in a semi-arid dune ecosystem. *Journal of Vegetation Science*, 29(4), 671-683.
- de Felipe, M., Aragonés, D. y Díaz-Paniagua, C. 2023. Thirty-four years of Landsat monitoring reveal long-term effects of groundwater abstractions on a World Heritage Site wetland. *Science of the Total Environment* in press <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163329>
- de Vita, P., Serrano, M.S., Callier, P., Ramo, C., García, L.V. y Sánchez, M.E. 2012. Phytophthora root disease: a new threat for cork oaks at Doñana National Park (south-western Spain). *Integrated Protection in Oak Forest IOBC/wprs Bulletin* 76, 93-96.
- Díaz-Delgado, R. En prensa. Cambio global en Doñana: seguimiento y gestión. En: Los humedales costeros de la península ibérica. El desafío del cambio global. C. Sanchis Ibor and C. Ibáñez Martí (Eds.). Ed. Tirant lo Blanch. Valencia. España.
- Gómez-Rodríguez, C., Diaz-Paniagua, C., & Bustamante, J. 2011. Cartografía de lagunas temporales del Parque Nacional de Doñana. Agencia Andaluza del Agua.
- Lloret, F., de la Riva, E. G., Pérez-Ramos, I. M., Marañón, T., Saura-Mas, S., Díaz-Delgado, R., y Villar, R. 2016. Climatic events inducing die-off in Mediterranean shrublands: are species' responses related to their functional traits?. *Oecologia*, 180, 961-973.
- Paredes, I., Ramírez, F., Aragonés, D., Bravo, M. Á., Forero, M. G., y Green, A. J. 2021. Ongoing anthropogenic eutrophication of the catchment area threatens the Doñana World Heritage Site (South-west Spain). *Wetlands Ecology and Management*, 29(1), 41-65. <https://doi.org/10.1007/s11273-020-09766-5>
- Paredes, I., Ramírez, F., G. Forero, M., y Green, A. J. 2019. Stable isotopes in helophytes reflect anthropogenic nitrogen pollution in entry streams at the Doñana World Heritage Site. *Ecological Indicators*, 97, 130-140. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.009>
- Pérez-Ramos, I. M., Díaz-Delgado, R., de la Riva, E. G., Villar, R., Lloret, F., y Marañón, T. 2017. Climate variability and community stability in Mediterranean shrublands: the role of functional diversity and soil environment. *Journal of Ecology*, 105(5), 1335-1346.
- Ramo, C. y Calderón, J. 2013. Mapa y catálogo de los alcornoques centenarios de la Reserva Biológica de Doñana. <http://www.ebd.csic.es/html/Alcornoques/index.html>
- Solís, J. C. 1996. Plan de ordenación del alcornocal de Doñana. Informe sin publicar, 82pp.
- Tablado, Z., y Revilla, E. 2012. Contrasting effects of climate change on rabbit populations through reproduction. *PloS one*, 7(11), e48988.
- VV.AA. 2022. Programa de Seguimiento de Procesos y Recursos Naturales en el Espacio Natural de Doñana. Memoria 2022. ICTS-Reserva Biológica de Doñana. Estación Biológica de Doñana — Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

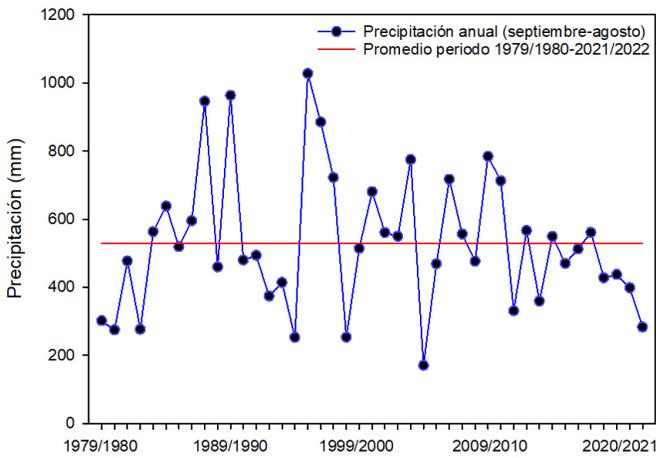


Figura Anexo. Datos de precipitación recogidos en la estación meteorológica del Palacio de Doñana (ICTS-RBD, EBD-CSIC y AEMET) entre 1979 y 2021. Obsérvese el inicio de la serie con valores bajos de precipitación en momentos en los que las lagunas temporales de Doñana no desaparecieron.