



Ponderful

PONDS FOR CLIMATE

Charcas, estanques, lagunas y paisajes de lagunas

UNA GUÍA TÉCNICA PARA EL USO DE CHARCAS, ESTANQUES, LAGUNAS Y PAISAJES DE CUERPOS DE AGUA PEQUEÑOS COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.





Ponderful

PONDS FOR CLIMATE

Charcas, estanques, lagunas y paisajes de lagunas

UNA GUÍA TÉCNICA PARA EL USO DE CHARCAS, ESTANQUES, LAGUNAS Y PAISAJES DE CUERPOS DE AGUA PEQUEÑOS COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

MIEMBROS DE PONDERFUL



University of Vic – Central University of Catalonia (UVic, España) – Sandra Bruce (PI, Project coordinator),
Diana van Gent (Project Manager)

IGB im Forschungsverbund Berlin (Alemania) – Thomas Mehner (PI)

Katholieke Universiteit Leuven (KUL, Bélgica) – Luc De Meester (PI)

Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO, Suiza) – Beat Oertli (PI)

Universitat de Girona (UdG, España) – Dani Boix (PI)

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH (Alemania) – Manuel Lago (PI)

University College London (Reino Unido) – Carl Sayer (PI)

CIIMAR - Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research (Portugal) – José Teixeira (PI)

Aarhus University (AU, Dinamarca) – Thomas A. Davidson (PI)

Uppsala Universitet (UU, Suecia) – Malgorzata Blicharska (PI)

Bangor University (BU, Reino Unido) – Sopan Patil (PI)

Technische Universität München (TUM, Alemania) – Johannes Sauer (PI)

ISARA (Francia) – Joël Robin (PI)

Middle East Technical University (METU, Turquía) – Meryem Beklioğlu (PI)

Freshwater Habitats Trust (FHT, Reino Unido) – Jeremy Biggs (PI)

Universidad de la República (UdelaR, Uruguay) – Mariana Meerhoff (PI)

Randbee Consultants SL (España) – Juan Arevalo Torres (PI)

Amphi International APS (Dinamarca) – Lars Briggs (PI)

Charcas, estanques, lagunas y paisajes de lagunas

UNA GUÍA TÉCNICA PARA EL USO DE CHARCAS, ESTANQUES, LAGUNAS Y PAISAJES DE CUERPOS DE AGUA PEQUEÑOS COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

CRÉDITOS

Editores

Jeremy Biggs (FHT), Sarah Hoyle (FHT), Inês Matos (CIIMAR), Beat Oertli (HES-SO), José Teixeira (CIIMAR)

Autores

Jeremy Biggs (FHT), Hugh McDonald (Ecologic), Pascale Nicolet (FHT), Beat Oertli (HES-SO)

Colaboradores

Meryem Beklioğlu (METU), Malgorzata Blicharska (UU), Dani Boix (UdG), Lars Briggs (Amphi), Sandra Bruce (UVic-UCC and ICREA), Thomas A. Davidson (AU), Nairomi Eriksson (UU), Alex Harcourt (FHT), Manuel Lago (Ecologic), Pieter Lemmens (KUL and IGB), Ewa Livmar (UU), Beatriz Martin (Randbee), Sílvia Martins (CIIMAR), Mariana Meerhoff (Udelar), Thomas Mehner (IGB), Rebecca Miller (FHT), Ewa Orlikowska (Karlstad University), Jacques-Aristide Perrin (ISARA), Joël Robin (ISARA), Ditte Rens (KUL), Simon Ryfisch (UU), Carl Sayer (UCL), Levin Scholl (Ecologic), José Teixeira (CIIMAR), Irene Tornero (UdG), Penny Williams (FHT)

Historias de éxito capítulo 6

Reino Unido: Williams P., Biggs J.

Suiza: Boissezon A., Sordet A., Fahy J., Demierre E., Hornung J., Oertli B.

Bélgica: Tommelen - Lemmens P., von Plüskow L.-M., Wijns R., De Meester L.

Dinamarca: Rasmussen M., Briggs L. Levi E. E., Davidson T. A.

Turquía: Acet D., Avci F., Kiran H., Akpinar M. B., Dolcerocca A., Akyürek Z., Beklioğlu M.

Uruguay: Passadore-Romero C., Gobel N., Colina M., Calvo C., Canavero A., Carballo C., Cuassolo F., Gallo L., Guerra E.G., Heber E., Lacerot G., Laufer G., López-Rodríguez A., Pais J., Rodríguez-Tricot L., Sosa-Panzer L., Teixeira-de-Mello F., Arim M., González-Bergonzoni I., Meerhoff M.

Cataluña, España: Benejam L., Bruce S., Quintana, X.D., Boix, D., Gamero J., Lindoso D., Ribas A.

Alemania: Mehner T., Mehner P., Lemmens P., von Plüskow L.M.

Cita: Biggs, J., Hoyle, S., Matos, I., McDonald, H., Nicolet, P., Oertli, B., Teixeira, J. (2024). Charcas, estanques, lagunas y paisajes de lagunas: Una guía técnica para el uso de charcas, estanques, lagunas y paisajes de cuerpos de agua pequeños como soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación y adaptación al cambio climático, EU Horizon 2020 **PONDERFUL** project, CIIMAR.

www.doi.org/10.5281/zenodo.14198445

ISBN: 978-989-35922-6-7



Este proyecto ha recibido financiación del Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención nº ID869296

Aviso legal: Ni la Comisión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre son responsables del uso que pueda hacerse de la siguiente información. Las opiniones expresadas en esta publicación son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de la Comisión Europea.



Resumen ejecutivo

Este manual técnico ofrece consejos prácticos sobre la protección, gestión, restauración y creación de cuerpos de agua pequeños (en adelante referidos principalmente como lagunas*) y los paisajes con estos ecosistemas para mitigar el cambio climático y adaptarse a sus impactos. Fue creado por el proyecto **PONDERFUL**, que fue financiado por el programa Horizonte 2020 de la UE, y se desarrolló entre diciembre 2020 y 2024.

Las charcas, estanques y lagunas son pequeños sistemas de aguas quietas con una superficie de 1 m² a 5 ha que pueden ser permanentes o temporales, artificiales o creados de forma natural. Cuando se agrupan, forman paisajes de lagunas de diferentes tamaños, formas y profundidades. Las lagunas aportan una serie de contribuciones de la naturaleza a las personas, definidas por la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) como los efectos positivos y negativos de la naturaleza en la calidad de vida de las personas. En conjunto, son vitales para ayudarnos a afrontar los grandes retos de la sociedad.

Tal vez debido a su pequeño tamaño, las lagunas han sido ignoradas durante mucho tiempo tanto en la ciencia del agua dulce, como en la política y la práctica. A pesar de ello, en muchas partes del mundo constituyen la parte más rica del medio acuático y sirven de refugio a muchas especies amenazadas. Numéricamente, son el hábitat de agua dulce más abundante, y se encuentran desde la cima de las montañas hasta las profundidades de los bosques, bordeando las llanuras de inundación de nuestros mayores ríos naturales y proporcionando oasis de agua en las tierras más áridas. Se calcula que constituyen el 30% del agua estancada mundial, pero como a menudo no se detectan en las imágenes por satélite, es difícil evaluar su abundancia con certeza.

Como las lagunas son pequeñas, es fácil trabajar con ellas y tienen un inmenso potencial como soluciones basadas en la naturaleza: hábitats cuya gestión, restauración y creación beneficia tanto a la naturaleza como a las personas. Desde las diminutas lagunas que albergan anfibios raros e invertebrados en peligro de extinción, pasando por las lagunas que abastecen de agua al ganado y retienen el agua de las inundaciones, hasta las inmensas redes de lagunas de algunos de los mayores humedales del mundo, las lagunas son omnipresentes y vitales. La riqueza biológica natural de las lagunas hace que desempeñen un papel desproporcionadamente importante en el mantenimiento de las opciones de futuro de la humanidad.

Las lagunas son un hábitat natural que existe desde hace miles de millones de años, pero en el mundo moderno, dominado por el hombre, a menudo son creadas por éste. Aunque la ciencia del agua dulce las ha pasado por alto durante mucho tiempo, este manual se beneficia enormemente del aumento de nuestros conocimientos sobre las lagunas en los últimos 20 años. Esto incluye la labor de **PONDERFUL**, que ha juntado por primera vez toda esta información para poner al corriente de la gestión práctica del paisaje en toda Europa y más allá.

Las amenazas que se ciernen sobre las lagunas y sus paisajes son conocidas: pérdida de hábitats, contaminación, especies invasoras y el impacto global del cambio climático. Los servicios ecosistémicos que prestan muchas lagunas se han visto mermados o eliminados por el cambio en el uso del suelo, especialmente por la urbanización y la intensificación de la agricultura, y están aún más amenazados por el cambio climático. En este manual describimos enfoques prácticos para detener, adaptarse o mitigar estos impactos.

Las lagunas y los paisajes de lagunas no existen de forma aislada, sino que forman una red de hábitats de agua dulce con otros tipos de masas de agua. Aunque muchas especies aparecen exclusivamente en las lagunas, otras las comparten con ríos, lagos y humedales. En **PONDERFUL** hemos desarrollado nuevas herramientas de modelización, escenarios paisajísticos y una herramienta de toma de decisiones basada en criterios múltiples para ayudar a los responsables políticos y a los gestores a explotar estas redes y planificar el uso de las lagunas y paisajes de lagunas con el fin de que la naturaleza contribuya a las personas de la forma más eficaz posible.

Los capítulos 1 y 2 del manual presentan el papel y la naturaleza de las lagunas y paisajes de lagunas, así como los servicios ecosistémicos, las soluciones basadas en la naturaleza y las contribuciones de la naturaleza a las personas que proporcionan. En el Capítulo 3 resumimos cómo las lagunas y paisajes de lagunas proporcionan seis amplias clases de servicios ecosistémicos que abordan 11 de los retos sociales identificados por la UICN, incluida la necesidad de mejorar la biodiversidad, reducir el riesgo de desastres, mejorar la salud humana, mitigar el cambio climático y adaptarse a él, mejorar la gestión del agua, mejorar la seguridad alimentaria y el desarrollo social y económico. A primera vista, puede parecer inverosímil que

*Los cuerpos de aguas quietas y de pequeño tamaño (desde pocos m² a 2-5 hectáreas) reciben distintos nombres en distintos países de habla hispana, de acuerdo con modismos locales y variantes tales como su naturaleza artificial o natural. A lo largo del texto, en este trabajo se usa particularmente el término lagunas, pero todos los conceptos refieren a los cuerpos de agua conocidos también como estanques, charcas, tajamares, y aguadas. En inglés se traducen como ponds, en general.



estas pequeñas aguas dulces puedan influir en problemas tan grandes, pero en este manual mostramos cómo las lagunas y el paisaje de lagunas pueden proporcionar muchas y diferentes contribuciones de la naturaleza a las personas.

Hemos agrupado las contribuciones de la naturaleza a las personas que aportan las lagunas en las siguientes categorías para ofrecer orientaciones prácticas sobre cómo llevarlas a cabo eficazmente:

- **Mitigación y adaptación al cambio climático.** Las lagunas son importantes fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero y carbono. Su abundancia y su elevada actividad biogeoquímica hacen que desempeñen un papel importante en la gestión del ciclo del carbono. Los datos de **PONDERFUL** y otros demuestran que podemos reducir al mínimo las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las lagunas y paisajes de lagunas asegurándonos de que estén lo más libres posible de contaminación, al tiempo que aprovechamos su potencial para almacenar carbono.
- **Regulación de riesgos (como inundaciones y olas de calor).** Las lagunas tienen un largo historial de ayuda a la regulación de los riesgos de inundación, pero también pueden garantizar que el agua esté presente durante más tiempo en el paisaje en épocas de calor y sequía, cada vez más frecuentes. Las lagunas también pueden ayudar a refrescar los paisajes, sobre todo en las zonas urbanas.
- **Regulación de la calidad y cantidad de agua dulce.** Las lagunas se utilizan mucho para ‘limpiar’ las aguas contaminadas que van a parar a otros hábitats de agua dulce, reteniendo y purificando el agua a medida que fluye por las cuencas. Proporcionamos consejos prácticos para garantizar que este servicio de limpieza no perjudique la contribución biológica subyacente que deben realizar las soluciones basadas en la naturaleza. También mostramos cómo la creación de nuevas lagunas de agua limpia, protegidas de fuentes contaminantes, es una forma rápida y sencilla de aportar más agua limpia al paisaje en lugar de confiar en las lagunas sólo para limpiar la contaminación. A su vez, al reforzar la red de hábitats de agua dulce, las lagunas pueden aumentar la biodiversidad terrestre, sobre todo en las regiones áridas. Los nuevos datos del proyecto **PONDERFUL** sugieren formas sencillas de conseguirlo mediante una combinación de gestión, restauración y creación de lagunas.
- **Apoyo a la polinización.** Las lagunas sustentan poblaciones de organismos que polinizan los cultivos. La gestión o restauración de las lagunas descuidadas y cubiertas de maleza puede aumentar considerablemente el número de polinizadores y los paisajes agrícolas deberían beneficiarse sustancialmente de este servicio.
- **Aprendizaje e inspiración, salud humana y bienestar.** Las lagunas son muy conocidas por su capacidad de inspirar concienciación sobre la naturaleza, aumentando su bienestar. El manual ofrece orientación sobre las técnicas prácticas de gestión, restauración y creación de lagunas que pueden utilizarse para apoyar estas contribuciones de la naturaleza a las personas relacionadas con la salud y la psicología.
- **Creación y mantenimiento de hábitats.** El valor de las lagunas radica en su importancia como hábitats y para el mantenimiento de la biodiversidad de agua dulce. Resumimos las principales medidas prácticas necesarias para proteger, gestionar, restaurar y crear lagunas y paisajes de lagunas con el fin de maximizar los beneficios de creación y mantenimiento de hábitats que proporcionan.

Los métodos prácticos para proteger, gestionar, restaurar y crear lagunas y paisajes de lagunas son fundamentales para que las lagunas y paisajes de lagunas aporten todas las contribuciones de la naturaleza a las personas. En el Capítulo 4 ofrecemos información detallada a los gestores de espacios naturales sobre las medidas necesarias para conseguirlo. Incluye orientaciones sobre cómo planificar y priorizar proyectos de paisajes de lagunas y cómo evaluar los riesgos de las distintas opciones de gestión, restauración o creación de lagunas. También se aconseja cómo garantizar que los trabajos con lagunas se ajusten a la ‘jerarquía de mitigación’, de modo que los daños a los ecosistemas en infraestructuras y otros proyectos de construcción queden, en la medida de lo posible, excluidos de los proyectos. Resumimos los conceptos clave para una gestión eficaz de lagunas y paisajes de lagunas, incluido el conocimiento de la cuenca de la laguna, la importancia del ‘agua limpia’, el papel de las distintas fuentes de agua para las lagunas y cómo influye esto en la prestación de las distintas contribuciones de la naturaleza a las personas. Además, revisaremos la cuestión práctica de la gestión a largo plazo de lagunas y paisajes de lagunas.

Describimos las técnicas prácticas y los pros y contras de la gestión, restauración y creación, incluido el concepto de resucitar las llamadas lagunas ‘fantasma’.

La modificación de lagunas y paisajes de lagunas mediante la gestión o la restauración abarca desde la gestión frecuente de bajo impacto, en un extremo del espectro, hasta la restauración poco frecuente y de alto impacto, en el otro extremo del espectro. La gestión de lagunas y paisajes de lagunas suele imitar formas naturales de perturbación que ya no se dan en el paisaje moderno. La restauración, por el contrario, suele implicar un alto nivel de perturbación, incluido el dragado para eliminar sedimentos y vegetación o la eliminación de grandes extensiones de árboles y arbustos, incluida la tala de árboles de gran tamaño.



Muchos de los problemas que limitan el potencial de las lagunas existentes para proporcionar a las personas los aportes de la naturaleza tienen que ver con la contaminación y describimos los métodos que pueden emplearse para evitar que las prácticas de gestión del suelo contaminen las lagunas. Cualquier intervención necesaria para gestionar las lagunas y sus paisajes puede tener efectos tanto positivos, como negativos. Por ello, también se ofrecen orientaciones prácticas detalladas sobre la evaluación de riesgos de las obras en lagunas y paisajes de lagunas.

Se describe el valor de las lagunas nuevas y el método para crear nuevas lagunas que optimicen los beneficios para la biodiversidad y la prestación de otros servicios ecosistémicos. La creación de nuevas lagunas simula procesos antiguos y naturales, que han funcionado durante millones de años, proporcionando de la forma más natural las contribuciones de la naturaleza a las personas. Las nuevas lagunas pueden crearse en la ubicación óptima para prestar estos servicios ecosistémicos, mientras que las lagunas existentes suelen estar limitadas por su ubicación y su entorno. La creación de nuevas lagunas de agua limpia no contaminada supone una importante contribución a la creación de hábitats de agua dulce, y ofrecemos orientaciones detalladas sobre el proceso de creación de lagunas para garantizar que el uso de nuevas lagunas como soluciones basadas en la naturaleza proporcione los mayores beneficios para la biodiversidad. Proporcionamos orientaciones detalladas sobre cómo localizar fuentes de agua limpia para crear lagunas de alta calidad, cómo proteger las lagunas de la contaminación y una sencilla lista de comprobación práctica de las fases de diseño.

Presentamos el concepto de lagunas CLIMA, desarrollado a través de **PONDERFUL**. Se trata de lagunas diseñadas específicamente para mitigar los problemas causados por el cambio climático abordando los tres grandes problemas a los que nos enfrentamos: la pérdida de biodiversidad, el exceso de gases de efecto invernadero en la atmósfera y el mantenimiento de una variedad de contribuciones de la naturaleza para las personas y servicios ecosistémicos.

Para garantizar que el uso de lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza beneficia tanto a las personas como a la naturaleza, es importante realizar un seguimiento. A continuación, resumimos los métodos de seguimiento de lagunas y paisajes de lagunas y los servicios ecosistémicos que proporcionan. El seguimiento de las lagunas suele centrarse en la evaluación de su estado ecológico. Esto es fundamental para garantizar que desempeñan plenamente su papel como soluciones basadas en la naturaleza y suele implicar una combinación de métodos fisicoquímicos y estudios biológicos. Para evaluar la eficacia de otras contribuciones de la naturaleza a las personas suele ser necesario adoptar métodos de aplicación más general y no específicos de las lagunas (por ejemplo, modelización y seguimiento de caudales para evaluar la eficacia del control de inundaciones; encuestas para evaluar en qué medida las lagunas aportan beneficios psicológicos o físicos a las personas). Hemos observado que aún se están desarrollando nuevos métodos para evaluar la contribución de la naturaleza a las personas y recomendamos que los gestores y profesionales de las lagunas colaboren con los investigadores para garantizar que los nuevos métodos satisfagan sus necesidades.

Hacemos especial hincapié en los diseños necesarios para proteger, mantener y restaurar la biodiversidad frente al cambio climático, porque un requisito fundamental de todas las soluciones basadas en la naturaleza es que beneficien a ésta. Tenemos la suerte de contar con pruebas fehacientes de lo que favorece y lo que no favorece a la biodiversidad, lo que nos permite predecir con confianza cómo diseñar lagunas y paisajes de lagunas que realmente beneficien tanto a las personas como a la naturaleza.

En el capítulo 5 se dedica un breve apartado a la financiación y promoción de las lagunas. Conseguir financiación para las lagunas puede ser un reto porque su función y su valor se han subestimado. Sin embargo, con la creciente comprensión de la importancia de las lagunas y sus paisajes -y la urgencia de las crisis del agua dulce y del clima- esperamos que esta 'restricción de recursos' se relaje gradualmente. Entre los principales impulsores de la política local, nacional e internacional que ponen en relieve el valor de las lagunas se encuentran la recientemente adoptada Ley de Restauración de la Naturaleza de la UE y la resolución de la Convención sobre los Humedales relativa a la conservación y gestión de los humedales pequeños.

El capítulo 6 presenta casos de éxito en los lugares de demostración de **PONDERFUL**. Estos casos de estudio muestran la gran variedad de formas en que las lagunas y los paisajes de lagunas aportan las contribuciones de la naturaleza a las personas.



Prólogo



En todos los rincones del planeta, las personas y la vida salvaje siempre han dependido de los humedales. Ahora que el cambio climático está modificando nuestra vida cotidiana y nuestros paisajes naturales, estas aguas dulces son aún más importantes para la biodiversidad y la salud humana.

Las lagunas, humedales de agua dulce pequeños, pero de gran importancia, son puntos calientes de biodiversidad que albergan una rica diversidad de plantas y animales. Durante una reciente visita al Reino Unido a principios de 2024, me enteré de cómo se estaban restaurando lagunas que habían desaparecido en paisajes agrícolas, con un sorprendente retorno de especies de plantas e insectos que se creía que habían desaparecido. Estos ecosistemas pequeños, pero vitales, también nos proporcionan una gran cantidad de servicios ecosistémicos: desde filtrar contaminantes hasta protegernos de las inundaciones, además de desempeñar un papel fundamental en nuestro bienestar.

Lamentablemente, las lagunas, como muchos humedales pequeños, están amenazadas por la contaminación y el cambio de uso del suelo. El cambio climático está añadiendo más presión sobre estos hábitats, al tiempo que aumenta nuestra necesidad de agua dulce limpia y de buena calidad. Por ello, el reciente reconocimiento de su importancia por parte de la Convención sobre los Humedales, mediante la adopción de la Resolución XIII.21: Conservación y gestión de los humedales pequeños, es un paso importante en la protección y gestión sensata de estos sistemas vitales.

Las lagunas se encuentran en todos los países de nuestro 'planeta azul' y su restauración debería ser una prioridad para los gobiernos y otras partes interesadas. Para garantizar la salud futura de nuestras lagunas y humedales, los propietarios de tierras también necesitan saber cómo restaurar, gestionar y crear lagunas y paisajes de lagunas de alta calidad. Este conocimiento y colaboración serán cruciales en nuestros esfuerzos colectivos para adaptarnos a un clima cambiante.

Si trabajamos juntos para restaurar, gestionar y crear lagunas y paisajes de lagunas, podremos seguir beneficiándonos de las enormes ventajas que aportan estos pequeños pero poderosos ecosistemas.

Dr. Musonda Mumba, Secretario General de la Convención sobre los Humedales.



Apenas hay un día sin noticias sobre fenómenos meteorológicos extremos, olas de calor o corrientes de tierra. Nos enfrentamos a una emergencia planetaria causada por la interdependencia entre el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Necesitamos urgentemente acelerar la aplicación de soluciones tecnológicas Y basadas en la naturaleza Y en la sociedad.

Esto requiere equipos y conocimientos interdisciplinarios. Tenemos que continuar y ampliar la fructífera colaboración y fomentar la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza a pequeña y gran escala en zonas rurales y urbanas, al tiempo que seguimos avanzando en nuestros conocimientos.

Sin embargo, por ahora seguimos en un círculo vicioso en el que la ambición de emisiones sigue siendo demasiado débil para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París y la creciente pérdida de biodiversidad y el agotamiento de los ecosistemas debilitan su capacidad climática. Podemos cambiar esta situación alineando y reforzando la ambición climática y de biodiversidad, podemos entrar en un círculo virtuoso en el que una fuerte reducción de las emisiones ayude a reducir el impacto climático en los ecosistemas, que a su vez prestan los servicios esenciales de los que dependen las sociedades y las economías. Al mismo tiempo, tenemos que poner fin a la excesiva presión humana sobre nuestros ecosistemas y biodiversidad para que ellos y nosotros podamos hacer frente mejor a los impactos del cambio climático.

Limitar el calentamiento global para garantizar un clima habitable y proteger la biodiversidad son objetivos que se apoyan mutuamente y su consecución es esencial para proporcionar beneficios a las personas de forma sostenible y equitativa. Tratar el clima, la biodiversidad y la sociedad humana como sistemas acoplados es clave para que las intervenciones políticas den buenos resultados.

El proyecto **PONDERFUL** ha demostrado que las lagunas y paisajes de lagunas, como soluciones basadas en la naturaleza, pueden abordar retos sociales, económicos y medioambientales. Este manual de fácil manejo para todos los que trabajan en la protección, gestión, restauración o creación de lagunas animará a crear, restaurar y proteger lagunas.



Las consideraciones prácticas sobre cómo aplicar soluciones basadas en la naturaleza son oportunas y muy pertinentes. Como responsable político, recomiendo encarecidamente esta guía rápida para el uso de lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza.

Sabemos lo que hay que hacer, tenemos los conocimientos, tenemos los medios, tenemos el compromiso expresado en los más altos niveles políticos. En mi opinión, el mayor reto es el tiempo. La cuestión ya no es qué y cómo. La cuestión es si conseguiremos hacer lo que hay que hacer en el poco tiempo disponible.

Todavía podemos elegir entre seguir robando el futuro a nuestros hijos y nietos mediante la continuación de modelos de desarrollo, consumo y producción insostenibles o remediarles el futuro mediante la protección, conservación, restauración, uso sostenible y gestión de los ecosistemas a través de una economía equitativa y descarbonizada, con las personas y la naturaleza en el corazón y el centro. Como madre y abuela, en mi opinión sólo la segunda opción es aceptable.

Karin Zaunberger, Responsable de Relaciones Internacionales de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea.

A quién va dirigida esta guía

Esta guía va dirigida a personas involucradas en la planificación, diseño e implementación de proyectos prácticos que usan las lagunas y los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para abordar los retos sociales, económicos y medioambientales. El documento **Guía de políticas PONDERFUL** ofrece a los responsables políticos y legisladores una guía rápida para el uso de las lagunas y los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza. Si necesitas información científica detallada sobre el papel y el uso de las lagunas y los paisajes de lagunas, consulta los apartados de Referencias y Lecturas adicionales al final del documento. Para obtener una introducción más técnica a la ecología de lagunas, lee 'Ponds, Pools and Puddles' (inglés) y 'Mares et Étanges: Ecologie, conservation, gestion, valorisation' (francés).

QUÉ SE ENCONTRARÁ EN ESTA GUÍA.

En la guía ofrecemos una introducción al uso de lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para afrontar siete retos sociales identificados por la UICN: adaptación al cambio climático y su mitigación, reducción del riesgo de desastres, degradación medioambiental y pérdida de biodiversidad, salud humana, desarrollo socioeconómico, seguridad alimentaria y seguridad hídrica.

ESQUEMA DEL DOCUMENTO.

El texto se organiza en cinco capítulos principales:

- Resumen de los problemas y el uso de las lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza
- Las lagunas y los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza: una introducción detallada
- Técnicas prácticas para la gestión, restauración y creación de lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza
- Costes y limitaciones prácticas
- Historias de éxito: ejemplo del uso de lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza.

CÓMO LEER EL DOCUMENTO.

Se recomienda que los lectores empiecen leyendo el Resumen Ejecutivo para obtener una visión rápida del contexto, seguido del capítulo 2. A continuación se sugiere seleccionar las Historias de éxito en el capítulo 6 que coincidan con vuestros intereses, y por último leed la guía detallada en los capítulos 3, 4 y 5.

Para localizar rápidamente maneras de usar lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza, consultad los consejos de 'Buenas prácticas' que podéis encontrar a lo largo del manual.





ÍNDICE

1. Introducción – contextualización	15
1.1 ¿Qué son las soluciones basadas en la naturaleza?	15
1.2 ¿Qué son los servicios ecosistémicos y las contribuciones de la naturaleza a las personas?	16
1.3 ¿A quién va dirigido este manual y cómo debe ser usado?	19
2. Lagunas y paisajes de lagunas – Una visión general	23
2.1 ¿Qué es una laguna?	23
2.2 ¿Qué son los paisajes de lagunas?	23
2.3 Amenazas para las lagunas y los paisajes de lagunas	24
2.4 Gestión, restauración y creación de lagunas	27
3. Las lagunas y los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para afrontar los retos sociales	29
3.1 Introducción a las lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza	29
3.2 Las lagunas y los paisajes de lagunas como proveedores de servicios ecosistémicos y contribuciones de la naturaleza a las personas: una visión general	32
3.3 Las lagunas y los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático y su mitigación	33
3.4 Las lagunas y los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para la creación y mantenimiento de hábitats	36
3.5 Las mejores estrategias y consejos para mejorar los servicios ecosistémicos y contribuciones de la naturaleza a las personas que proporcionan las lagunas	41
4. Técnicas prácticas para la gestión, restauración y creación de lagunas y paisajes de lagunas para la adaptación al cambio climático	53
4.1 Los principios de gestión, restauración y creación de lagunas y paisajes de lagunas	53
4.2 Evaluación y seguimiento de lagunas y paisajes de lagunas	72
4.3 Gestión y restauración de lagunas y paisajes de lagunas	79
4.4 Creación de lagunas y paisajes de lagunas	86
4.5 Consideraciones prácticas para preparar la gestión, restauración y creación de lagunas	93
4.6 Diseños de lagunas y paisajes de lagunas: el uso de las lagunas CLIMA	93
5. Costes y limitaciones prácticas: financiación y promoción de planes de paisajes de lagunas	99
5.1 Retos prácticos y costes de la implementación de lagunas	99
5.2 Promoción de las soluciones basadas en la naturaleza de las lagunas y paisajes de lagunas	103
6. Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza: historias de éxito de los sitios de demostración de PONDERFUL	105
6.1 Los paisajes de lagunas para la biodiversidad	106
6.2 Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para reducir el riesgo de inundaciones	112
6.3 Los paisajes de lagunas como sistemas de depuración	114
6.4 Los paisajes de lagunas con un balance de carbono optimizado	115
6.5 Los paisajes de lagunas para la producción de alimento	116
6.6 Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para el turismo y la salud	117
6.7 Los paisajes de lagunas para la educación	119
6.8 Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para apoyar identidades	121
6.9 La gestión de los usos del suelo en el paisaje de lagunas como solución basada en la naturaleza para mejorar la calidad del hábitat	122
6.10 Protección de un paisaje de lagunas	124
6.11 Multifuncionalidad a nivel de paisaje de lagunas	125
7. Lecturas y recursos prácticos adicionales	127
8. Referencias	131





1. Introducción – contextualización

PONDERFUL (POND Ecosystems for Resilient Future Landscapes in a changing climate) fue un proyecto del “Programa de investigación e innovación” del Horizonte 2020. Investigaba cómo las lagunas y los paisajes de lagunas pueden usarse como soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático, y para proveer servicios ecosistémicos y contribuciones de la naturaleza a las personas (como la conservación de la biodiversidad). Las lagunas son pequeñas masas de agua estancada de hasta 5 hectáreas de superficie que pueden ser permanentes o estacionales, creadas de manera natural o por el ser humano. Un paisaje de lagunas es una red de lagunas distribuidas por el paisaje y que proporciona hábitats para la biota de agua dulce, así como múltiples servicios ecosistémicos a las personas.

El proyecto **PONDERFUL** ha sido llevado a cabo entre 2020 y 2024 y ha sido financiado por el programa Horizonte 2020 de la Unión Europea dentro de la temática ‘Interrelaciones entre cambio climático, biodiversidad y servicios ecosistémicos’. Las lagunas son el tipo de masa de agua más numeroso de la Tierra representando quizá un 30% del área total de agua estancada. En Europa las lagunas albergan cerca de un 70% de las especies de agua dulce. Además, sustentan una mayor proporción de especies raras, endémicas o amenazadas que los lagos o los ríos. A pesar de ello las lagunas han sido tradicionalmente infravaloradas.

El proyecto **PONDERFUL** liderado por la Universidad de Vic - Central University of Catalonia (España) ha proporcionado nuevos datos y orientaciones para hacer un mayor y mejor uso de las lagunas y los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza frente a los retos que tiene que afrontar la sociedad.



1.1 ¿QUÉ SON LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA?

Este manual se centra en cómo las lagunas y los paisajes de lagunas pueden ser protegidos, gestionados, restaurados y creados para proporcionar soluciones basadas en la naturaleza que ayuden a reducir los efectos del cambio global. ¿Pero esto qué significa? De manera sencilla, las soluciones basadas en la naturaleza son medidas que se ponen en marcha para abordar algunos de los retos a los que se enfrenta la sociedad. Se usan las funciones naturales de los ecosistemas sanos para proteger el medioambiente y proporcionar beneficios económicos y sociales. Éstos van desde cuestiones medioambientales como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, hasta la seguridad alimentaria e hídrica, la salud humana y el bienestar de las personas. En esta guía se relacionan las definiciones usadas por la UICN, la UE y la ONU para tratar las soluciones basadas en la naturaleza como medidas que deben proporcionar beneficios tanto para la biodiversidad como para el bienestar humano.

- Según la ONU, las soluciones basadas en la naturaleza son: ‘acciones para proteger, conservar, restaurar, usar de manera sostenible y gestionar los ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros y marinos naturales o modificados que aborden los retos sociales, económicos y medioambientales de manera eficaz y adaptativa a la vez que proporcionan bienestar humano, servicios ecosistémicos y resiliencia y beneficios para la biodiversidad.’
- Según la UE, las soluciones basadas en la naturaleza son: ‘soluciones inspiradas en la naturaleza y sustentadas por la naturaleza que son rentables, y que a la vez proveen beneficios medioambientales, sociales y económicos y ayudan a crear resiliencia. Estas soluciones aportan más y una naturaleza más diversa, y las características y procesos naturales a las ciudades, los paisajes y paisajes marinos mediante intervenciones sistémicas, adaptadas a las circunstancias locales y eficaces en el uso de los recursos.’^[1]



- Según la UICN, las soluciones basadas en la naturaleza se encargan de los retos sociales a través de acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales y modificados, beneficiando tanto a las personas como a la naturaleza.

En esta guía usamos estas definiciones de los servicios que proveen las soluciones basadas en la naturaleza como sinónimos junto con las contribuciones de la naturaleza a las personas definidas por la Plataforma Intergubernamental científico-normativa en Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES).

Por supuesto, una sola laguna no puede afrontar todos los retos a los que se enfrenta la sociedad. Sin embargo, una red de lagunas – o paisaje de lagunas – puede proporcionar múltiples beneficios. En este manual nos centramos en las lagunas a una escala de paisaje – el paisaje de lagunas – y guiamos al lector para establecer objetivos claros y realistas para cada laguna a nivel individual dentro del paisaje de lagunas.

Este manual enseña cómo aportar soluciones basadas en la naturaleza mediante la protección, gestión, restauración y creación de lagunas, y cómo, con las lagunas, se pueden aportar contribuciones de la naturaleza a las personas. En los capítulos 2 y 3, se muestra en detalle cómo las lagunas pueden ayudarnos a afrontar los retos de la sociedad. El capítulo 4 describe en detalle los métodos prácticos para trabajar con lagunas y paisajes de lagunas con el fin de aportar servicios ecosistémicos y contribuciones de la naturaleza a las personas. El capítulo 5 repasa brevemente las cuestiones políticas y financieras que afectan al uso de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza y en el capítulo 6 se muestran Historias de éxito sobre el uso de lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza.

Recuadro 1. Retos sociales, soluciones basadas en la naturaleza, servicios ecosistémicos y contribuciones de la naturaleza a las personas

La enorme urgencia de las crisis de la biodiversidad y el clima ha dado lugar a una jerga utilizada por los especialistas a menudo desconcertante para describir los beneficios y los "servicios" que obtenemos de la naturaleza. En este manual hemos aplicado esta terminología de la manera más correcta posible, a la vez que la hacemos accesible a los profesionales.

EN RESUMEN:

Los retos de la sociedad son las amenazas a las que todos nos enfrentamos (sequía, falta de alimentos, falta de agua, pérdida de biodiversidad); para definir estos retos, usamos una definición de la UICN. Muchas de estas amenazas se pueden reducir y controlar con soluciones basadas en la naturaleza, técnicas prácticas basadas en hábitats y especies que aprovechan al máximo las cualidades esenciales de los ecosistemas para afrontar los retos sociales, ayudando así tanto a las personas como a la naturaleza (utilizamos la definición de la UICN y también tenemos en cuenta las definiciones que ofrecen la UE y Naciones Unidas de las soluciones basadas en la naturaleza, que son similares). Algunos ejemplos de soluciones basadas en la naturaleza incluyen la creación de nuevas lagunas o la restauración de ríos para reducir las inundaciones.

Las soluciones basadas en la naturaleza que abordan los retos sociales nos proporcionan servicios de la naturaleza de los que nos beneficiamos. Para clasificar estos beneficios se han usado dos clasificaciones: servicios ecosistémicos y, más recientemente, contribuciones de la naturaleza a las personas.

1.2 ¿QUÉ SON LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y LAS CONTRIBUCIONES DE LA NATURALEZA A LAS PERSONAS?

Los servicios ecosistémicos son los muchos beneficios que el medio natural brinda a las personas, y pueden ser divididos en servicios de suministro, regulación, apoyo y servicios culturales (ver Figura 1). Algunos son contribuciones directas como el agua, el aire limpio, el alimento y las materias primas. Otros proporcionan beneficios indirectos a las personas, como la salud física y mental, el turismo, el conocimiento y el aprendizaje. Los servicios ecosistémicos proporcionados por las lagunas incluyen también contribuciones ambientales, como los suelos y hábitats saludables para la vida salvaje.

Probablemente cada vez más se conozcan estos beneficios como 'Contribuciones de la naturaleza a las personas', un término introducido por IPBES. Éstos incluyen tanto los impactos positivos como negativos que tiene la naturaleza en la calidad de vida de las personas. Las contribuciones positivas son parecidas a aquellas descritas como servicios ecosistémicos, mientras que las contribuciones negativas pueden incluir la transmisión de enfermedades o la depredación que perjudiquen a las personas o sus recursos. En esta guía hemos usado principalmente la terminología de IPBES, pero hemos usado en alguna ocasión el término 'servicios ecosistémicos' para ayudar al lector a entender el contexto.



Las contribuciones de la naturaleza a las personas no se generan solamente a partir de la naturaleza sino mediante una serie de funciones e interacciones socio-ecológicas. Las soluciones basadas en la naturaleza son parte de, o facilitan, muchas o todas las etapas de este proceso de coproducción para asegurar el suministro de las contribuciones de la naturaleza a las personas. En el manual nos hemos centrado en las 11 contribuciones de la naturaleza a las personas más importantes para las lagunas y los paisajes de lagunas: la creación y el mantenimiento de hábitats, la polinización, la regulación de la calidad del agua dulce, la regulación de la cantidad de agua dulce, la regulación de riesgos y fenómenos extremos, regulación del clima, las experiencias físicas y psicológicas, el aprendizaje y la inspiración, apoyo a las identidades, el mantenimiento de opciones, y la alimentación humana y animal.

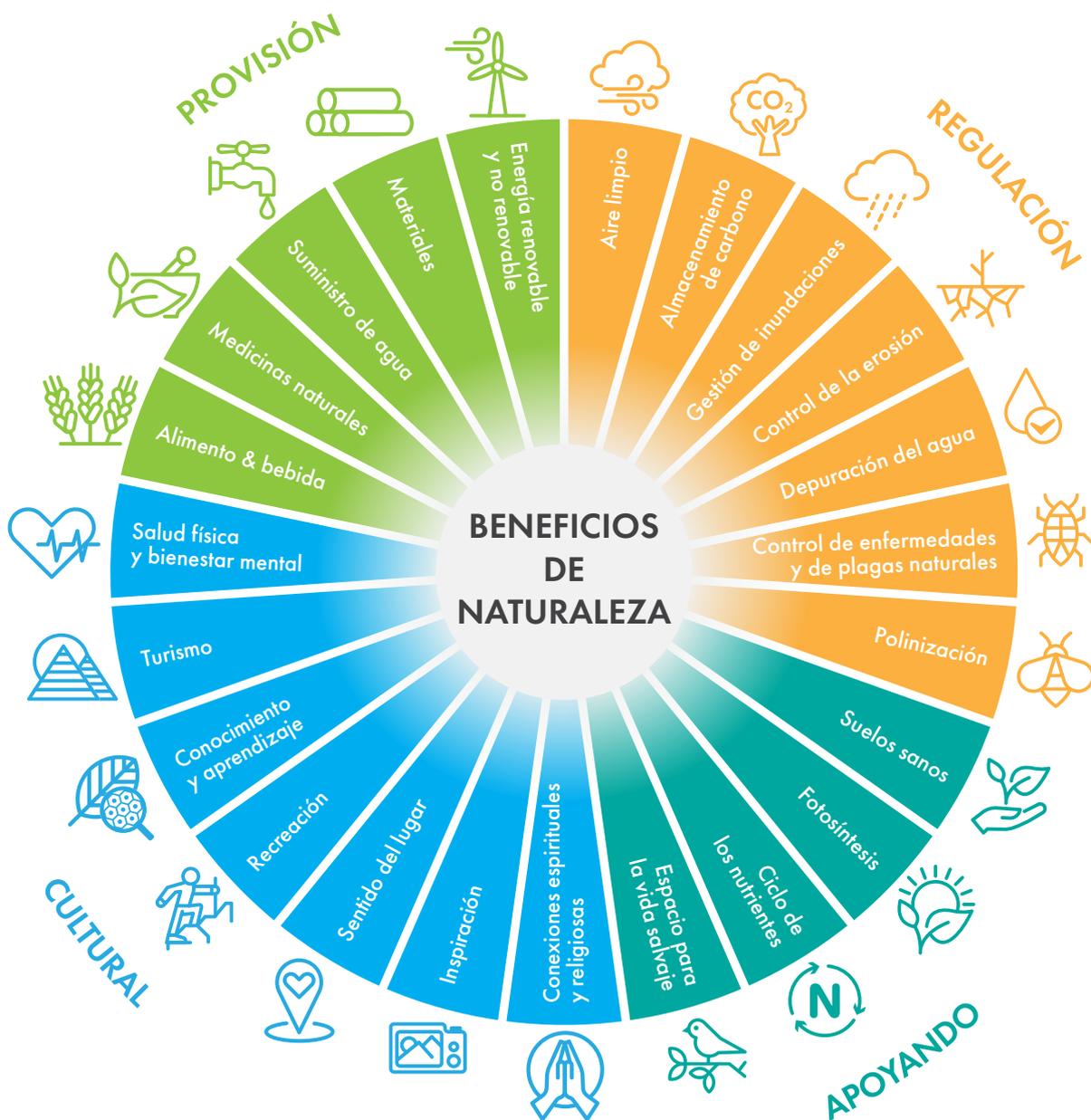


Fig. 1 - Los servicios ecosistémicos son los beneficios que las personas obtienen de unos ecosistemas sanos, incluidas las lagunas y sus paisajes.



Tabla 1 - Contribuciones de la naturaleza a las personas proporcionadas por las lagunas y los paisajes de lagunas

	<p>REGULACIÓN DE RIESGOS Y FENÓMENOS EXTREMOS</p>
	<p>Definición: Reducción por parte de los ecosistemas de los impactos en los humanos o en las infraestructuras humanas causados por, por ejemplo, inundaciones, viento, tormentas, huracanes, olas de calor, tsunamis, niveles altos de ruido e incendios.</p>
	<p>Contribución: Las lagunas y los paisajes de lagunas pueden usarse para regular riesgos de inundación, mantener el agua en el paisaje durante la época de sequía y proporcionar un ambiente más fresco frente a las altas temperaturas (especialmente en las ciudades).</p>
	<p>REGULACIÓN DE LA CANTIDAD DE AGUA DULCE</p>
	<p>Definición: Regulación por parte de los ecosistemas de la cantidad, localización y el momento del flujo de las aguas superficiales y subterráneas utilizadas para el consumo humano, el riego, el transporte, la energía hidroeléctrica, y como soporte de contribuciones no materiales.</p>
	<p>Contribución: Las lagunas almacenan agua y esto las hace valiosas para el manejo de la escorrentía y el control natural de las inundaciones.</p>
	<p>REGULACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DULCE</p>
	<p>Definición: Regulación llevada a cabo por los ecosistemas o ciertos organismos, de la calidad del agua usada directa o indirectamente, mediante la filtración de partículas, patógenos, exceso de nutrientes y otros compuestos químicos.</p>
	<p>Contribución: Cada laguna tiene un potencial de depuración, que aumenta con el tamaño y la profundidad. Por tanto, el impacto acumulativo de muchas lagunas puede significar que un paisaje de lagunas grande con alta densidad de lagunas tiene un potencial sustancial para purificar agua.</p>
	<p>REGULACIÓN DEL CLIMA</p>
	<p>Definición: La regulación del clima por parte de los ecosistemas (incluida la regulación del calentamiento global) mediante efectos positivos o negativos en las emisiones de gases de efecto invernadero (por ejemplo, fijación biológica del carbono, emisión de metano por parte de los humedales).</p>
	<p>Contribución: Las lagunas y los paisajes de lagunas juegan un papel fundamental en el almacenamiento de carbono y en la regulación de los gases de efecto invernadero; la gestión de lagunas y paisajes de lagunas es esencial para la gestión del ciclo del carbono.</p>
	<p>ALIMENTACIÓN HUMANA Y ANIMAL</p>
	<p>Definición: Producción de alimento a partir de organismos silvestres, manipulados o domesticados como peces, vacuno, productos lácteos, cultivos, plantas salvajes, setas y miel.</p>
	<p>Contribución: El almacenamiento de agua para los animales salvajes y domésticos y los cultivos es probablemente una de las soluciones basadas en la naturaleza más antiguas relacionadas con las lagunas en los paisajes agrícolas.</p>
	<p>POLINIZACIÓN</p>
	<p>Definición: Facilitación por parte de los animales del movimiento del polen entre flores, la dispersión de semillas, larvas o esporas de organismos beneficiosos o dañinos para los humanos.</p>
	<p>Contribución: Alrededor o cerca de las lagunas, y en los paisajes de lagunas, un gran número de polinizadores facilita la polinización.</p>
	<p>EXPERIENCIAS FÍSICAS Y PSICOLÓGICAS</p>
	<p>Definición: Provisión por parte de los paisajes terrestres y marinos, hábitats u organismos de oportunidades para llevar a cabo actividades beneficiosas física y psicológicamente, curación, relajación, recreo, ocio, turismo y disfrute estético basado en el contacto estrecho con la naturaleza.</p>
	<p>Contribución: Las lagunas proporcionan una gama de experiencias, incluyendo el contacto con el agua (por ejemplo, la natación) y la naturaleza (turismo y ocio).</p>





APRENDIZAJE E INSPIRACIÓN

Definición: Provisión por parte de los paisajes terrestres y marinos, hábitats u organismos, de oportunidades para el desarrollo de las capacidades que permiten a los humanos prosperar gracias a la educación y el conocimiento.

Contribución: Las lagunas y los paisajes de lagunas son recursos importantes para conocer el mundo natural e inspirarse en él.



APOYO A LAS IDENTIDADES

Definición: Los paisajes terrestres y marinos, los hábitats o los organismos son la base de experiencias religiosas, espirituales y de cohesión social.

Contribución: Las lagunas contribuyen a la cohesión social (por ejemplo, Campaña 'Sapos en las carreteras', Reino Unido), identidad regional (por ejemplo, lagunas para peces, República Checa), y 'Fêtes des Mares' que homenajean a las lagunas (Francia).



CREACIÓN Y MANTENIMIENTO DE HÁBITAT

Definición: La formación y producción continuada, por parte de los ecosistemas o de los organismos que viven en ellos, de las condiciones ecológicas necesarias o favorables para los seres vivos de importancia directa o indirecta para el ser humano.

Contribución: Las lagunas contribuyen sustancialmente a la biodiversidad de las aguas continentales y a la biodiversidad terrestre a escala local (masa de agua) y a escala de paisaje.



MANTENIMIENTO DE OPCIONES

Definición: Capacidad de los ecosistemas, hábitats, especies o genotipos de mantener opciones abiertas para sustentar una buena calidad de vida.

Contribución: Las lagunas y los paisajes de lagunas pueden jugar un papel importante en mantener opciones para la futura gestión del medioambiente ya que ayudan a mantener la biodiversidad.

1.3 ¿A QUIÉN VA DIRIGIDO ESTE MANUAL Y CÓMO DEBE SER USADO?

Este manual técnico es para cualquier persona que trabaje en cualquier rama relacionada con la protección, gestión, restauración o creación de lagunas, incluidos:

- Propietarios de terrenos
- Gestores de terrenos, agua y biodiversidad
- Ingenieros y arquitectos del paisaje que estén involucrados en la gestión del agua
- ONGs y organizaciones civiles
- Responsables políticos y legisladores
- Empresas que invierten en el medio natural
- Educadores, profesores, estudiantes e investigadores
- Gobiernos locales, regionales y nacionales.

En este libro compartimos conocimiento de todo el consorcio de **PONDERFUL** para guiar a cualquiera que busque proteger, gestionar, restaurar o crear lagunas y paisajes de lagunas para beneficiar a la biodiversidad y a las personas. Basándose en las últimas evidencias, este manual incluye resultados derivados de la investigación innovadora llevada a cabo en el proyecto **PONDERFUL** y la extensa experiencia del equipo de **PONDERFUL** durante más de 30 años de trabajo en lagunas. A lo largo de todo el manual nos hemos propuesto garantizar que todos los consejos estén científicamente fundamentados con las pruebas más actualizadas, haciendo uso de la amplia gama de nuevos datos obtenidos por **PONDERFUL**. El manual tiene en cuenta el creciente reconocimiento del papel fundamental de las lagunas y paisajes de lagunas en la prestación de servicios ecosistémicos, las contribuciones de la naturaleza a las personas y, no menos importante, la ayuda para hacer frente a la crisis de la biodiversidad de agua dulce.

Te ayudará a identificar los objetivos para proteger, gestionar, restaurar y/o crear tu laguna o paisaje de lagunas. Además, establecemos los principios clave para el diseño y gestión de una laguna o una red de lagunas -conocido como 'paisaje



de lagunas'. Hemos incluido ejemplos importantes de los sitios de demostración de **PONDERFUL** -una amplia variedad de paisajes de lagunas distribuidos por Europa, acompañados de ejemplos de Oriente Medio y América del Sur.

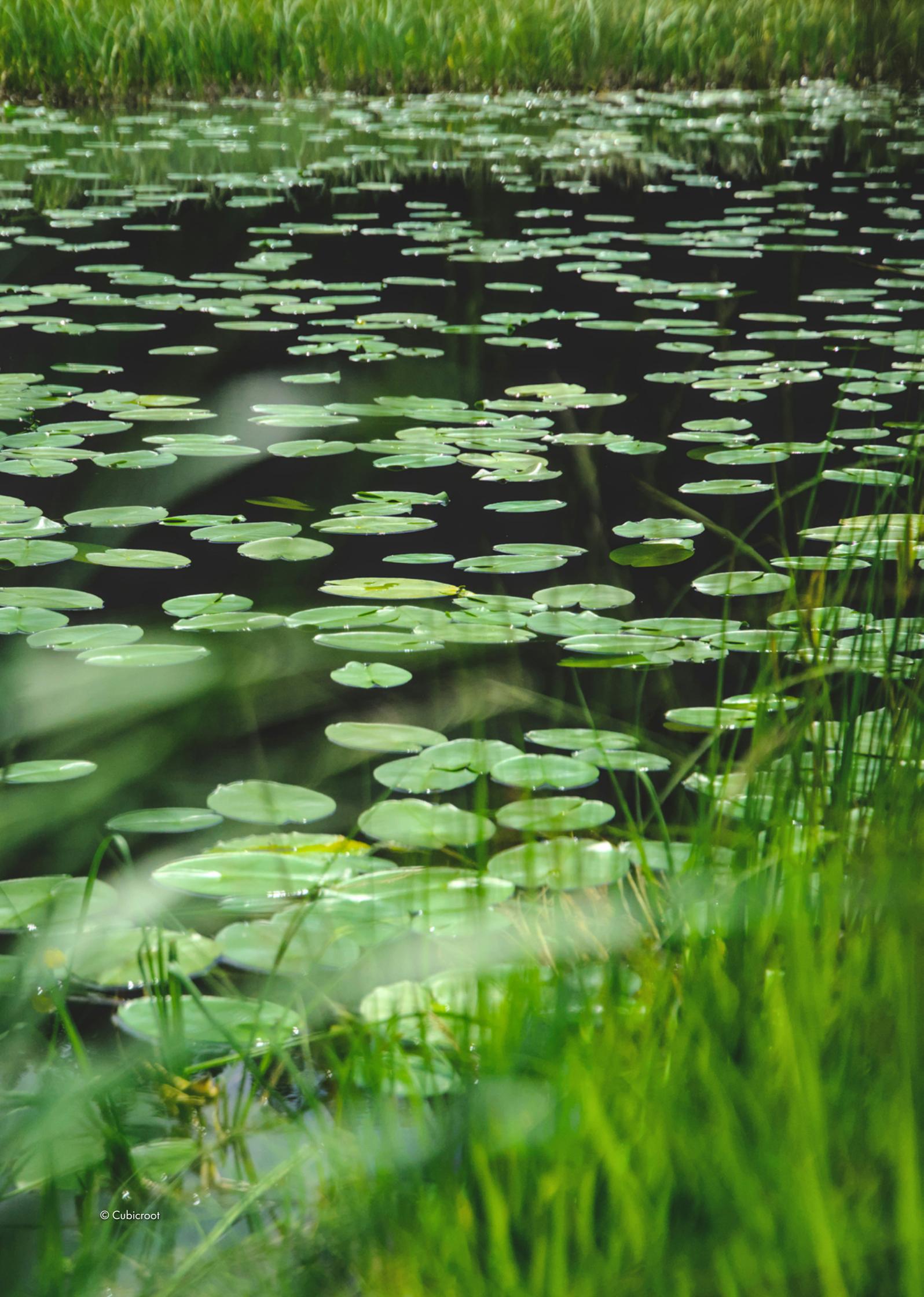
Esperamos que este manual técnico te inspire a proteger, gestionar, restaurar y crear lagunas y paisajes de lagunas de alta calidad tanto para la biodiversidad como para las personas.



© Ross Birnie







2. Lagunas y paisajes de lagunas – una visión general

Actualmente existe un amplio consenso en que las lagunas y otras pequeñas masas de agua son una parte crítica pero vulnerable del paisaje de agua dulce, y en que su protección y gestión tiene que integrarse de manera completa en el marco legislativo existente. El reconocimiento de la importancia de estos pequeños ecosistemas, así como de ríos y lagos, ha sido un objetivo clave dentro del proyecto **PONDERFUL**.

La importancia de las lagunas para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos se ha subestimado durante años y han sido ignoradas por científicos y legisladores. Sin embargo, a pesar de su pequeño tamaño, las lagunas juegan un papel crucial a la hora de albergar biodiversidad y de proveer muchos otros servicios ecosistémicos. Esperamos que este manual ayude a acelerar su adopción como solución medioambiental establecida.

2.1 ¿QUÉ ES UNA LAGUNA?

A lo largo de este manual te presentamos una amplia variedad de masas de agua que se clasifican como lagunas. Varían desde cuerpos de agua creados para proporcionar un espacio azul para el recreo o la educación, el suministro de agua con distintos propósitos (incluida la reducción del riesgo de inundación, el control de la contaminación, la producción piscícola) hasta lagunas de origen natural situadas en zonas con baja afluencia de visitantes pero que son ricas en biodiversidad.

En este manual técnico las lagunas se definen como:

Aguas estancadas de pequeño tamaño con una superficie desde 1 m² hasta 5 ha que pueden ser tanto permanentes como temporales, creadas por el hombre o naturales. ^[2, 3]

Esta definición incluye lagunas semipermanentes y temporales. Este tipo de lagunas se secan en verano, pero ambos tipos albergan comunidades especializadas, incluyendo muchas especies raras y amenazadas y son comunes en toda Europa, aunque más conocidas en el sur. En nuestra definición también incluimos lagunas de aguas salobres. Las lagunas normalmente son someras (hasta 5 m de profundidad), aunque en ocasiones pueden ser algo más profundas.

2.2 ¿QUÉ SON LOS PAISAJES DE LAGUNAS?

Un paisaje de lagunas está formado por un grupo de lagunas a menudo de diferentes tamaños, formas y profundidades que se encuentran distribuidas por el paisaje formando una red y que proporcionan hábitats para más especies y múltiples servicios ecosistémicos para las personas que un solo cuerpo de agua que ocupe el mismo tamaño. El paisaje de lagunas puede estar conformado por unas pocas lagunas o por cientos de ellas. Desde el punto de vista biológico las lagunas formarán una red de hábitats, incluso si éstos no están conectados físicamente entre ellos porque las plantas y animales de agua dulce están adaptados a dispersarse entre lagunas.

Las lagunas formarán parte de la red que formen otras masas de agua dulce en el paisaje, como arroyos, ríos y humedales: aunque algunas especies de agua dulce dependen de un tipo concreto de masa de agua, muchas de ellas pueden vivir en todos estos hábitats. Esta red es esencial para proporcionar una variedad de servicios ecosistémicos en el paisaje, así como para la biodiversidad y el mantenimiento de las poblaciones. Los paisajes de lagunas incluyen tanto los hábitats acuáticos que constituyen las propias lagunas como los hábitats terrestres donde se encuentran estos cuerpos de agua.

A la hora de considerar las lagunas como soluciones basadas en la naturaleza que aportan beneficios tanto para la biodiversidad como para el bienestar humano es importante tener en cuenta el paisaje completo. Esto significa, por ejemplo, que se podrían diseñar o gestionar algunas lagunas como destino de ocio o para captar contaminantes y, por tanto, estar demasiado afectadas o contaminadas como para albergar ciertas plantas y animales sensibles, mientras que se podrían generar zonas con lagunas para la preservación de la biodiversidad.



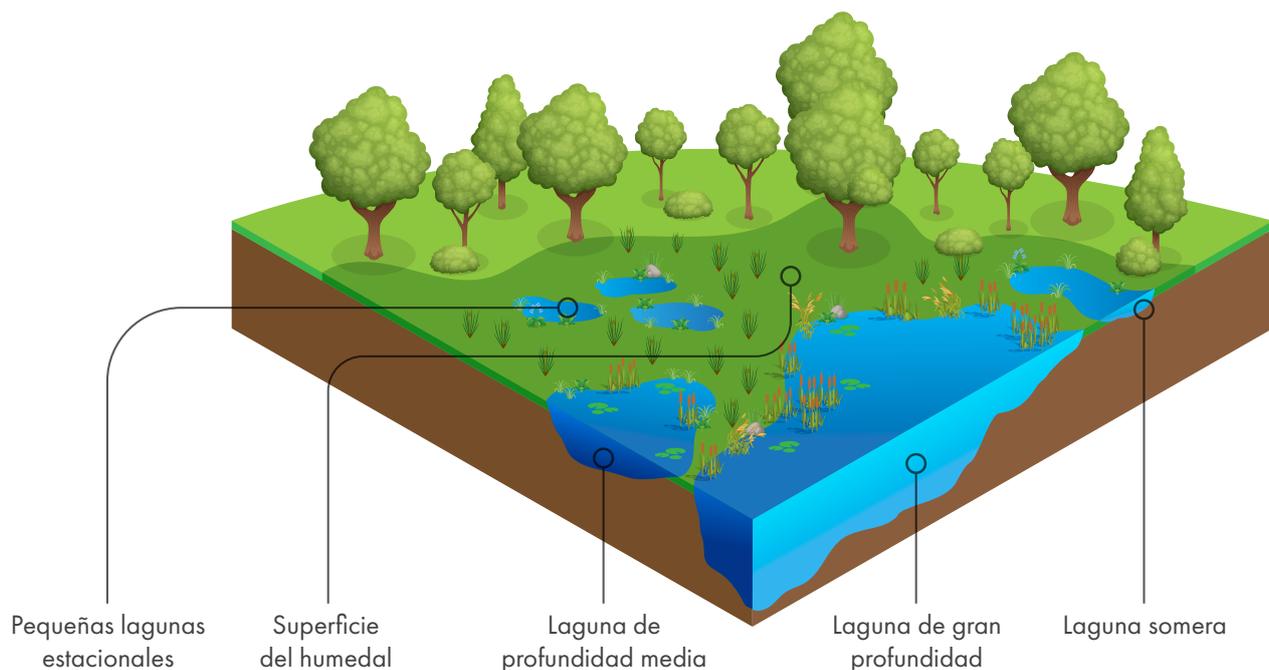


Fig. 2 - Un paisaje de lagunas comprende una amplia gama de lagunas de distintas edades, tamaños, formas y profundidades.

2.3 AMENAZAS PARA LAS LAGUNAS Y LOS PAISAJES DE LAGUNAS

Se estima que en el último siglo se han perdido entre el 50 y 90% de las lagunas de Europa debido principalmente a la destrucción de hábitat por la intensificación de la agricultura y la urbanización. Dicho de otra manera, nuestro medioambiente ha sido históricamente mucho más húmedo de lo que es hoy día, ya que existían muchas más lagunas. Además de esto, la mayoría de las lagunas que aún quedan están actualmente afectadas por la contaminación. En esta sección exploraremos el impacto de la pérdida de lagunas y las principales amenazas para las lagunas y los paisajes de lagunas.

Pérdida de hábitat

La pérdida de hábitats de agua dulce ha tenido efectos devastadores en nuestra fauna y flora salvaje. El Informe Planeta Vivo publicado por WWF^[4] enuncia que, globalmente, las poblaciones de agua dulce controladas se han reducido en un 83% desde 1970. Esta pérdida es mayor aún que para las especies terrestres o marinas. Muchas de las especies que antes eran comunes en las lagunas de Europa están hoy en día amenazadas o en peligro de extinción. La pérdida de lagunas reduce también la densidad de lagunas, eliminando las conexiones en la red de hábitats que generan los paisajes de lagunas. Esto aumenta el riesgo de que se produzcan extinciones de especies a nivel local, regional o nacional, y reduce el número de lagunas con capacidad de ofrecer servicios ecosistémicos.

La pérdida de hábitat también ha impactado a la sociedad, aunque es quizá más difícil de medir. Muchas de las lagunas y de los paisajes de lagunas que se han perdido fueron antaño el corazón de las comunidades. Además de proporcionar agua para las personas, la agricultura y el ganado, fueron también espacios para actividades culturales. Actualmente estamos empezando a comprender el efecto que ha tenido para las personas y las culturas la pérdida de lagunas y paisajes de lagunas gracias a que la investigación apunta a la importancia de los 'espacios azules' para la salud y el bienestar humano.

Contaminación

La contaminación es una de las grandes amenazas para las lagunas, su biodiversidad y otros servicios ecosistémicos que proporcionan (por ejemplo, aumentando las emisiones de gases de efecto invernadero). La biodiversidad de las aguas dulces necesita agua limpia para sobrevivir, y basta una mínima contaminación para dañar hábitats, perjudicando a las plantas y los animales más sensibles. Aunque la pérdida neta de lagunas se ha frenado o revertido, la contaminación sigue siendo generalizada, y hay evidencias de pérdida continua de biodiversidad de las lagunas en todo el paisaje, aunque el número de lagunas se mantenga constante.

La calidad del agua se ve afectada por la contaminación proveniente de las actividades humanas tales como la agricultura, la cría del ganado, el turismo, la construcción de viviendas y de otras infraestructuras (carreteras, vías férreas, etc.). Según la Agencia Europea de Medioambiente, el 22% de los ríos y de grandes lagos de Europa y el 28% de las aguas subterráneas



están muy afectados por la contaminación difusa procedente de la agricultura convencional, tanto por nutrientes (nitratos y fosfatos) como por pesticidas. Aunque no existen estadísticas a nivel de la Unión Europea sobre la contaminación de las lagunas, es probable que la situación sea al menos igual de mala para las lagunas. Alrededor de un 80% de los sitios que se muestrearon en el proyecto PONDERFUL presentaban concentraciones altas de nutrientes, lo que sugiere una contaminación generalizada por nitrógeno y fósforo.

La mala calidad del agua perjudica a todas las aguas continentales, siendo las lagunas especialmente vulnerables; debido a su pequeño tamaño y al ser someras tienen poco volumen de agua para diluir los contaminantes. Para agravar la situación, buena parte de su biodiversidad es altamente sensible a la contaminación del agua (por ejemplo, los anfibios, las libélulas, los efemerópteros, etc.). Además, las lagunas que están conectadas con arroyos y acequias presentan un mayor riesgo ya que estos cursos de agua a menudo llevan agua contaminada.



La destrucción de hábitat y la contaminación del agua son amenazas para las lagunas y los paisajes de lagunas.



© Unreal

Cambio climático

Los impactos del cambio climático en el medio dulceacuícola son ya notables. Por ejemplo, el aumento del nivel del mar, puede causar daño en los humedales costeros, incluidas las lagunas, y las comunidades de plantas y animales especialistas que viven en ellos.^[5] El aumento de las temperaturas medias y el cambio de las estaciones están provocando cambios en la conducta reproductora y los ciclos de vida en las especies asociadas a lagunas, y cambios en sus áreas de distribución geográfica.

Los fenómenos meteorológicos extremos suponen también una amenaza para las lagunas y los paisajes de lagunas. Por ejemplo, la lluvia intensa y las inundaciones pueden incrementar las entradas de contaminantes a todo tipo de lagunas. Por otro lado, las lagunas temporales tanto del sur de Europa como de latitudes más altas, que se secan de manera regular, están ya sufriendo temporadas largas de sequía causada por el cambio climático^[6]. La sequía extrema puede reducir el tiempo que las lagunas temporales presentan agua, dañando las comunidades de plantas y animales que albergan, especialmente en las regiones mediterráneas donde algunos paisajes de lagunas se han secado por completo. Incluso en zonas donde no se secan por completo, las lagunas semipermanentes y temporales pueden hacerse más someras como consecuencia de la menor lluvia y mayores tasas de evaporación, produciéndose como consecuencia una mayor eutrofización, ya que las sustancias químicas disueltas se concentran más.

Los cambios funcionales en las comunidades de las lagunas causados por el cambio climático (más especies tolerantes a la sequía, menos grupos funcionales de invertebrados colectores y trituradores) probablemente alteren de manera sutil el funcionamiento de las lagunas. Esto podría provocar importantes pérdidas de biodiversidad dulceacuícola y limitar el número de servicios ecosistémicos que proporcionan las lagunas temporales (por ejemplo, reducción del suministro de agua para el ganado e incremento de las emisiones de carbono ya que las lagunas se secan con mayor frecuencia).

Especies invasoras

Las especies invasoras amenazan los ecosistemas continentales a nivel mundial, tanto a nivel individual de cada laguna, como a nivel de todo el paisaje de lagunas. Las plantas y animales no autóctonos pueden competir con las especies indígenas por el espacio y los recursos en las lagunas.

Plantas acuáticas invasoras como *Crassula helmsii* compiten con las plantas autóctonas por el espacio y los recursos. Los peces no autóctonos, como *Carassius auratus*, que tienen la habilidad de reproducirse muy rápido, pueden causar el declive de otros peces y otras especies acuáticas. Las comunidades vegetales en las lagunas temporales mediterráneas pueden



verse también dañadas por el cangrejo rojo de río invasor no autóctono *Procambarus clarkii*. Las especies invasoras pueden introducir enfermedades o parásitos, suponiendo riesgos particulares para las especies autóctonas, especialmente en el caso de las poblaciones de anfibios. Los cangrejos no autóctonos también son problemáticos en otras áreas de Europa, aunque las lagunas están menos impactadas porque en general están más aisladas de la red fluvial. Las tortugas no autóctonas (por ejemplo, el galápagos americano *Trachemys scripta*) están también muy extendidas en las lagunas europeas.

El control de las especies invasoras establecidas en las lagunas resulta a menudo muy difícil o imposible. Lo cual implica que es crucial prevenir la introducción de especies no autóctonas. Una acción rápida para eliminar las especies invasoras tan pronto como sea posible después de que hayan colonizado las lagunas puede a veces tener éxito a la hora de prevenir su establecimiento y propagación.



© Rhododendrites



© Ashley Balsam Baz



© Miroslav Cvetić

Ejemplos de especies invasoras de lagunas: *Trachemys scripta* (arriba), *Crassula helmsii* (izquierda), *Carassius auratus* (derecha).



Cambios en los usos del suelo y prácticas de gestión

Las lagunas y los paisajes de lagunas se han usado tradicionalmente para un amplio rango de propósitos en la agricultura, la explotación forestal y la industria, y las masas de agua se han gestionado activamente de acuerdo a estos usos. Con la intensificación de los usos del suelo y la industria, se ha abandonado la gestión de las lagunas en muchas áreas, lo que ha provocado la terrenalización, la sedimentación o el sombreado excesivo, y la pérdida de biodiversidad tanto a nivel de laguna como a nivel de paisaje de lagunas. Este es el caso concreto de las regiones en las que el pastoreo ha sido sustituido por cultivos intensivos, y que ha llevado a una pérdida de lagunas y a la ausencia o el empobrecimiento de la gestión de las lagunas que quedan. Tanto la falta de perturbación (por ejemplo, vallado que excluya al ganado) como una perturbación excesiva (por ejemplo, pastoreo excesivo) pueden reducir el valor de biodiversidad de las lagunas. La falta de gestión también puede afectar a la funcionalidad de las lagunas para la gestión del agua o el control de la contaminación.

2.4 GESTIÓN, RESTAURACIÓN Y CREACIÓN DE LAGUNAS

Las lagunas existentes a menudo necesitan ser gestionadas o restauradas, ya sea para mantener su valor como parte de las soluciones basadas en la naturaleza o para reintroducir funciones en el paisaje cuando sea técnica y prácticamente posible (ver en la sección 4.1 las definiciones de gestión y restauración de lagunas, incluida la resurrección de 'lagunas fantasma'). Las buenas prácticas de gestión, la protección contra la contaminación y, cuando sea necesario, la creación de lagunas, son medidas esenciales a nivel del paisaje de lagunas para garantizar que se mantengan tanto la diversidad de tipos de lagunas como la gama de etapas de sucesión de éstas.

Las lagunas y los paisajes de lagunas en la política

Las lagunas siguen estando insuficientemente representadas en la legislación medioambiental, aunque se están haciendo algunos progresos. En Europa hay tres textos legislativos principales que apoyan en mayor o menor medida la protección y gestión de lagunas y paisajes de lagunas:

- Ley de Restauración de la Naturaleza
- Directiva Marco del Agua
- Directiva Hábitats

Algunos Estados miembros de la UE y países no europeos también cuentan con leyes nacionales y regionales para proteger las aguas pequeñas.

La Convención sobre los Humedales adoptó recientemente una resolución sobre la conservación y gestión de los humedales pequeños, incluidas las lagunas (Resolución XIV.15 "Mejorar la conservación y gestión de los humedales pequeños"). Las lagunas también están representadas en las Perspectivas Mundiales de los Humedales 2018 y 2021, donde la Convención incorpora las lagunas en su definición de humedales.

El tema de las lagunas y los paisajes de lagunas en las políticas se trata en detalle en el documento de orientación política **PONDERFUL**: Uso de lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza.





3. Las lagunas y los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para afrontar los retos sociales

3.1 INTRODUCCIÓN A LAS LAGUNAS Y PAISAJES DE LAGUNAS COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

Las lagunas y los paisajes de lagunas pueden proporcionar soluciones a una serie de retos sociales. Entre ellas se encuentran la protección y mejora de la biodiversidad, la reducción del riesgo de catástrofes (por ejemplo, reducción de las inundaciones, lucha contra incendios), la protección de la salud humana (por ejemplo, mejora de la salud física y del bienestar mental), la adaptación al cambio climático y su mitigación, la provisión de recursos hídricos para el ganado o el riego, y el desarrollo social y económico, incluido el ocio (senderismo, deportes acuáticos), experiencias en la naturaleza (observación de fauna salvaje) y producción de alimento (peces, ganado). Como se desarrolla ampliamente en este manual, estas soluciones basadas en la naturaleza están particularmente adaptadas para abordar varias de las principales preocupaciones que plantea el cambio climático.

En este manual aplicamos el marco desarrollado por la UICN que reconoce el creciente consenso científico de que ‘la naturaleza es esencial para la existencia humana y para una buena calidad de vida’. No reconocer este hecho no sólo da lugar a un modelo de crecimiento económico que socava las economías futuras y contribuye significativamente a la pérdida de biodiversidad, sino que también desaprovecha la oportunidad de usar la naturaleza para ayudar a resolver los principales retos de la sociedad como el cambio climático, la salud humana, la seguridad alimentaria y la reducción del riesgo de catástrofes. Aquí explicamos cómo las lagunas y los paisajes de lagunas pueden proporcionar múltiples beneficios en muchos contextos diferentes a la vez que mantienen la protección de la base de los recursos naturales de agua dulce. Esto significa que la protección y la gestión de las lagunas y los paisajes de lagunas puede contribuir de manera importante a afrontar los retos de la sociedad y garantizar el papel de la biodiversidad ‘en situación normal’ en otros sectores.

Los retos de la sociedad que pueden ser abordados usando las lagunas están determinados por la naturaleza de la laguna (la combinación única de suelo y geología, hidrología y clima de la zona donde se localiza) y el contexto local tanto cultural como económico y socio-político. Muchas lagunas y paisajes de lagunas son atractivos destinos de ocio y se usan a menudo para actividades recreativas, y pueden jugar un papel importante en la educación ambiental. Pueden ser elementos locales importantes debido a su biología (lagunas situadas en reservas naturales), su arqueología (por ejemplo, lagunas medievales para peces en Inglaterra y tumbas de piedra en Cataluña^[7]) o su historia reciente (lagunas formadas en cráteres de bombas durante la Segunda Guerra Mundial). Los gestores deben conocer la información local específica de estas características establecidas de las lagunas. Por ejemplo, existen guías para la gestión de estanques piscícolas en acuicultura^[8], y para la protección de lagunas interesantes desde el punto de vista arqueológico.

Gracias al esfuerzo de los gestores y científicos se están reconociendo cada vez más los diversos beneficios de las lagunas y los paisajes de lagunas. Además de los usos tradicionales de las lagunas (en jardines, en granjas o para peces), cada vez vemos más lagunas diseñadas o gestionadas para nuevos usos, que incluyen la contribución al bienestar de las personas y al ocio en las ciudades y sus alrededores, a la gestión de la contaminación del agua (por ejemplo, alcantarillado urbano sostenible) y el mantenimiento de la biodiversidad. Estos nuevos usos ilustran las relaciones dinámicas entre la sociedad y las lagunas en el siglo XXI.

Cualquier persona involucrada en la gestión de lagunas y paisajes de lagunas debe considerar una serie de aspectos, entre ellos el contexto social, ecológico, político (local, regional y nacional), cultural y económico para ofrecer Contribuciones de la naturaleza a las personas o servicios ecosistémicos, tanto ahora como en el futuro. Por ello es necesario involucrar al mayor número posible de interesados y usuarios de sectores relevantes, incluyendo todas las personas involucradas en todos los niveles de la gestión de lagunas. A menudo se necesita negociar para encontrar soluciones intermedias constructivas y efectivas para aquellos usos que resultan conflictivos -ver capítulo 4.

Para el éxito a largo plazo de las soluciones basadas en la naturaleza que utilizan las lagunas, se necesita una mayor concienciación y aceptación pública de los beneficios que proporcionan. Una manera de conseguirlo es tener en cuenta las opiniones e ideas de la población local a la hora de diseñar tu trabajo en las lagunas. Estos comentarios pueden ayudar a anticipar posibles problemas. También puede ayudar el priorizar los objetivos de tus proyectos de gestión, restauración o creación de lagunas. Así, los proyectos que usan lagunas como soluciones basadas en la naturaleza tienen más posibilidades de mejorar la calidad de vida y promover la sostenibilidad ambiental. Una guía útil sobre las técnicas de movilización de la sociedad civil es el manual de la UE ‘Do it yourself (DIY) manual for mobilising and engaging stakeholders and citizens in climate change adaptation planning and implementation’^[9] (‘Hágalo usted mismo (DIY) manual para movilizar e implicar a las partes interesadas y a los ciudadanos en la planificación y ejecución de la adaptación al cambio climático’).





Fig. 3 - Lagunas y sus paisajes como soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático y su mitigación, que proporciona gran bienestar humano y beneficios para la biodiversidad.



Tabla 2 - Las lagunas y los paisajes de lagunas son soluciones basadas en la naturaleza eficientes para afrontar los siete retos globales de la sociedad identificados por la UICN..



DEGRADACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

Las lagunas son de notable importancia para la conservación de la biodiversidad, y los paisajes de lagunas son puntos calientes para la biodiversidad. A pesar de ello, las lagunas han sido ampliamente ignoradas y en general infravaloradas.



REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE

Las lagunas y los paisajes de lagunas juegan un papel fundamental en la mitigación de las inundaciones y también constituyen una reserva de agua para combatir incendios.



SALUD HUMANA

Las lagunas y los paisajes de lagunas proporcionan un amplio rango de co-beneficios para las sociedades humanas tales como apoyo a la salud humana y la calidad de vida, proporcionan espacios para las actividades físicas o la interacción social, pero también experiencias estéticas y actividades recreativas.



MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Por su abundancia y su alta productividad, las lagunas influyen de manera significativa en el ciclo del carbono, actuando tanto como sumideros de carbono, como fuentes de carbono.



GESTIÓN DEL AGUA

Los paisajes de lagunas constituyen una reserva de agua que es particularmente importante en el contexto de escasez de agua. Es especialmente útil como fuente de agua para los animales y para el riego.



SEGURIDAD ALIMENTARIA

Las lagunas y los paisajes de lagunas son ecosistemas que pueden proporcionar alimento de manera directa (por ejemplo, crustáceos, peces, anfibios, aves acuáticas).



DESARROLLO SOCIAL Y ECONÓMICO

La mayoría de lagunas y paisajes de lagunas tienen una relación cercana a la sociedad. Por lo tanto, muchas actividades socio-económicas se desarrollan ligadas, por ejemplo, al ocio (senderismo, deportes de agua), experiencias en la naturaleza (observación de fauna salvaje) o producción de alimento (peces, ganado).



3.2 LAS LAGUNAS Y LOS PAISAJES DE LAGUNAS COMO PROVEEDORES DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y CONTRIBUCIONES DE LA NATURALEZA A LAS PERSONAS: UNA VISIÓN GENERAL

Las lagunas y paisajes de lagunas benefician a la biodiversidad, albergando en conjunto más especies que los ríos, arroyos o lagos, y pueden también proporcionar una serie de servicios ecosistémicos y de contribuciones de la naturaleza a las personas. Estos servicios incluyen el suministro de agua, el control de inundaciones, la recarga de las aguas subterráneas, la reducción de la contaminación, la recreación, las experiencias físicas y psicológicas, y el turismo. El potencial de una sola laguna para proporcionar múltiples servicios ecosistémicos indica que las lagunas y los paisajes de lagunas pueden ser excelentes soluciones basadas en la naturaleza. Los paisajes de lagunas en buen estado de conservación tienen más posibilidades de ser resilientes a las perturbaciones (tales como los incendios o las sequías). Algunas lagunas pueden recuperarse del daño a la biota o a los procesos ecosistémicos si existen otras lagunas en el paisaje de lagunas que estén en buen estado.^[10]

Los servicios ecosistémicos que una laguna puede proporcionar dependen de su carácter único y la gestión continua que se lleve a cabo. Una sola laguna, incluso considerándola aislada ofrece hábitats valiosos para la fauna y flora, y puede también proporcionar otros muchos servicios ecosistémicos. De las 18 categorías de Contribuciones de la naturaleza a las personas identificadas por el IPBES, las lagunas son especialmente eficientes para abordar 11 de ellas. Según una encuesta realizada en los sitios de demostración de **PONDERFUL**, las poblaciones locales y las partes interesadas esperan principalmente que los paisajes de lagunas proporcionen hábitats para la biodiversidad y servicios culturales (experiencias físicas y psicológicas, aprendizaje e inspiración). Por ello, es posible que los gestores tengan que concienciar a la gente de otros beneficios que a menudo pasan desapercibidos.

Una laguna por sí sola no va a poder hacer frente a todos los retos de la sociedad o ser parte de las Contribuciones de la naturaleza a las personas que se han tratado en este manual. Además, algunos de los beneficios que proporcionan las lagunas estarán restringidos por el pequeño tamaño de las lagunas. Sin embargo, cuando se consideran los beneficios acumulados en conjunto de varias lagunas que proporcionan los mismos servicios ecosistémicos, o de muchas lagunas que proporcionan servicios ecosistémicos diferentes (multifuncionalidad), esto hace a un paisaje de lagunas especialmente valioso para la adaptación al cambio climático y su mitigación, la conservación de la biodiversidad, y la prestación de otras contribuciones de la naturaleza a las personas y servicios ecosistémicos.

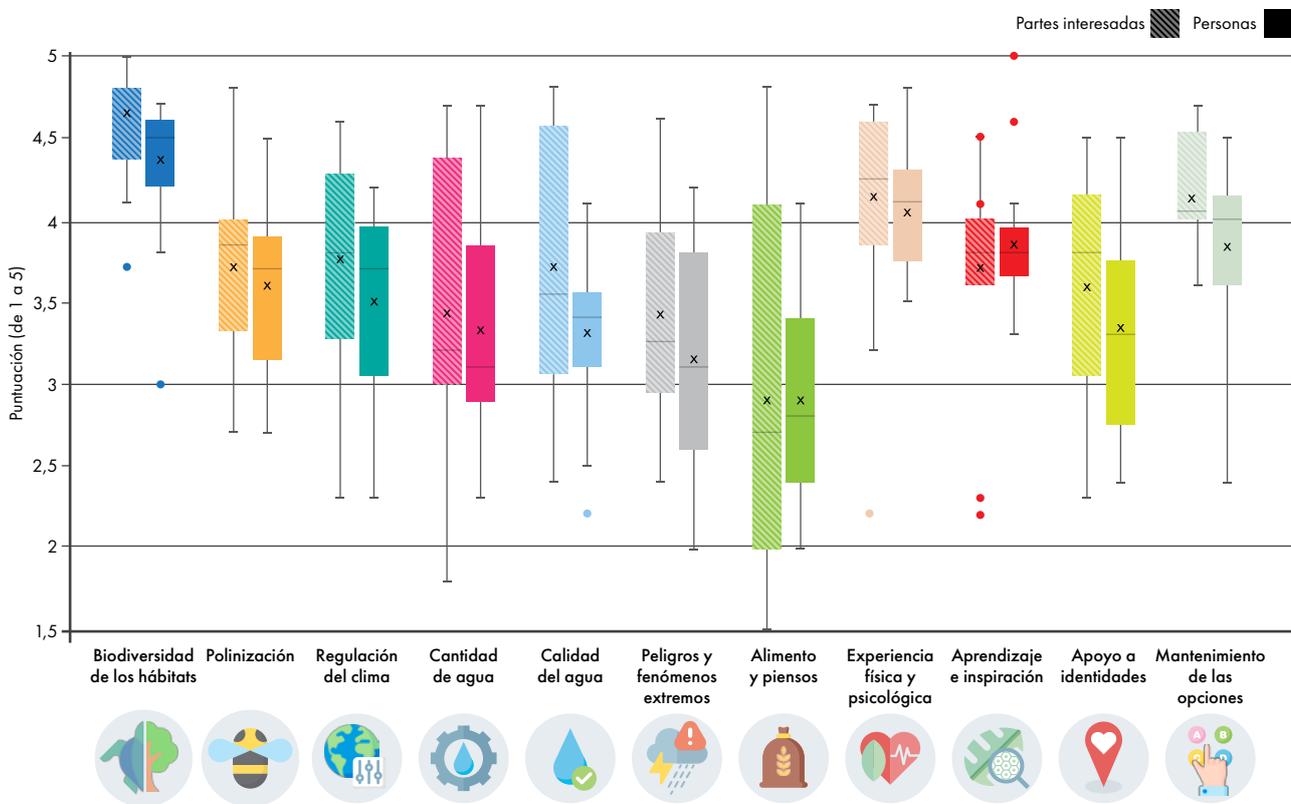


Fig. 4 - Las partes interesadas y el público general expresaron sus expectativas sobre las contribuciones de la naturaleza a las personas proporcionados por las lagunas y sus paisajes (encuesta de **PONDERFUL**). Los diagramas de cajas representan la síntesis de las puntuaciones (de 1 a 5 - contribución esperada desde muy baja a extremadamente alta) asignadas por 108 partes interesadas y 703 personas (de Reino Unido, España, Suiza, Dinamarca, Bélgica, Alemania, Turquía, Uruguay). La cruz representa la media y la barra horizontal la mediana.



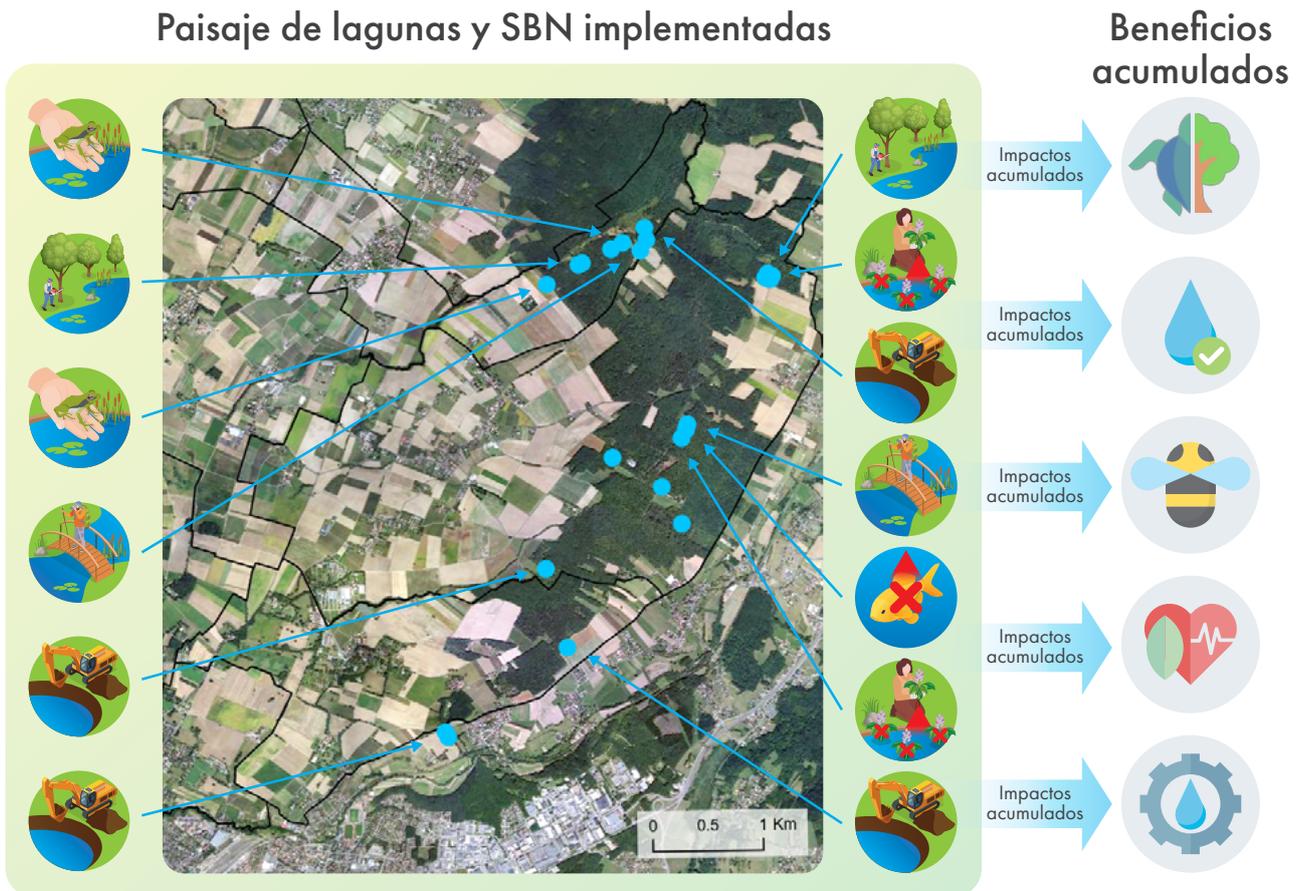


Fig. 5 - Las lagunas proporcionan múltiples contribuciones de la naturaleza a las personas (o beneficios) derivadas de las soluciones basadas en la naturaleza implementadas en Bois de Jussy, un paisaje de lagunas en Suiza. Ver las historias de éxito 6.1 y 6.3.

3.3 LAS LAGUNAS Y LOS PAISAJES DE LAGUNAS COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU MITIGACIÓN

Las lagunas y los paisajes de lagunas proporcionan servicios contribuyendo a la adaptación al cambio climático y su mitigación

El cambio climático es uno de los factores principales a los que la sociedad se está enfrentando hoy en día. Diversos impactos en relación al cambio climático han llevado a una disminución del bienestar humano:

- Con el aumento de la frecuencia e intensidad de las inundaciones y los incendios, aumenta el riesgo de desastre.
- Disminuye la cantidad de agua, disminuyendo la disponibilidad para los ecosistemas o las necesidades humanas. El estrés hídrico se ve agravado por la contaminación del agua.
- La seguridad alimentaria se ve alterada por una menor disponibilidad de agua y por una peor calidad del agua.
- La pérdida de biodiversidad se agrava a medida que las especies y hábitats sufren cambios en la temperatura y la hidrología, junto con cambios en los usos del suelo que dañan los hábitats.

Las lagunas y los paisajes de lagunas pueden usarse para afrontar estos retos. Concretamente:

- El cambio climático (y el incremento de las temperaturas) puede mitigarse mediante una gestión de las lagunas que reduzca su producción de gas de efecto invernadero (GEI).
- La creación de lagunas puede incrementar y diversificar las actividades de ocio (por ejemplo, senderismo, natación, descanso).
- La calidad del agua mejorará con la creación de lagunas que puedan depurar el agua.
- La creación de nuevas reservas de agua mejorará la cantidad de agua.
- Mediante la creación de balsas de aguas pluviales se puede reducir el riesgo de inundación, y los incendios se pueden combatir con el agua almacenada en lagunas.
- La producción de alimento (ganado, peces) se verá beneficiada por el agua que proveen las lagunas y por la creación de estanques para peces.
- La biodiversidad ganará con la creación de nuevas lagunas de todo tipo, si éstas se diseñan de manera adecuada, son protegidas de la contaminación y ofrecen hábitats diversificados.



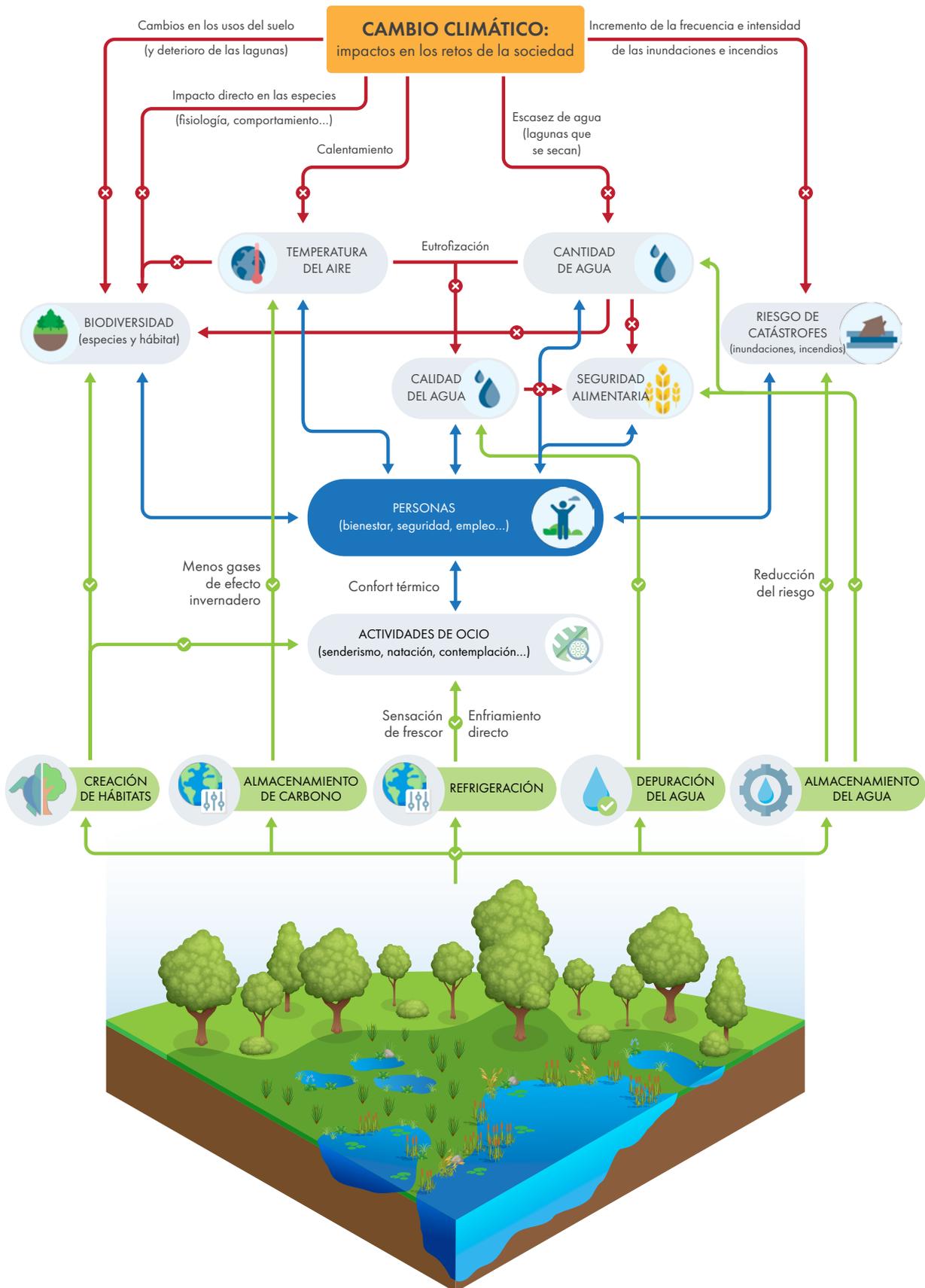


Fig. 6 - Los paisajes de lagunas pueden ayudarnos a abordar muchos de los retos sociales a los que nos enfrentamos como consecuencia del cambio climático y aportar muchas contribuciones de la naturaleza a las personas.



Papel para frenar el declive de la biodiversidad debido al cambio climático: dispersión, refugios, reserva regional de especies

La gestión, restauración y creación de lagunas son soluciones basadas en la naturaleza que tienen un papel crucial a la hora de frenar el declive de la biodiversidad de las aguas continentales debido al cambio climático, en particular mediante:

- La mejora de la conectividad del hábitat para los organismos acuáticos y terrestres
- La provisión de refugios climáticos
- El mantenimiento de la reserva regional de especies
- El contrarrestado de los efectos del cambio climático, con el que posiblemente aumente la sequía y el volumen de agua contaminada.

Siendo la parte más diversa del medio acuático en muchos paisajes, las lagunas contribuyen de manera esencial a mantener la variedad de vida de agua dulce en todos los lugares donde se encuentran. Por tanto, la conservación, creación y gestión sostenible de las lagunas es esencial para mantener y mejorar la biodiversidad dulceacuícola en un clima cambiante.

Mejora de la conectividad del hábitat

Las lagunas actúan como importantes elementos del paisaje que conectan diferentes hábitats. Pueden actuar como 'trampolines' o pasillos, permitiendo a los animales y plantas moverse y dispersarse a través de paisajes fragmentados. Ayudan a la dispersión proporcionando vías para el movimiento de los individuos, y también permiten la migración hacia regiones más frías ante escenarios de cambio climático, ayudando a preservar o mejorar el flujo genético entre poblaciones. Este intercambio genético es crucial para mantener poblaciones sanas ya que puede aumentar el potencial adaptativo y mejorar la resiliencia ante unas condiciones ambientales cambiantes, incluidas aquellas asociadas al cambio climático.

La dispersión es especialmente importante a la hora de permitir a la biota adaptarse al cambio climático ya que muchas especies tendrán que cambiar sus distribuciones geográficas, hacia, por ejemplo, latitudes o altitudes mayores. La diversidad de vida en las lagunas implica que estas pequeñas masas de agua pueden también ayudar a repoblar áreas cercanas que experimenten una pérdida de biodiversidad debido a los impactos del cambio climático, haciendo que los paisajes sean más resilientes a la pérdida de biodiversidad de agua dulce.

Un buen ejemplo de la importancia de la dispersión es la recolonización de dos lagos en Sicilia desde las lagunas cercanas. El lago Biviere di Gela tiene alrededor una densa red de cientos de lagunas permanentes y temporales; el lago Pergusa no tiene ninguna. Ambos se secaron como consecuencia del uso excesivo del agua subterránea en la región, lo que hizo disminuir los niveles de agua. Como ambos se volvieron a llenar, en el lago con la densa red de lagunas alrededor se estableció una flora algal más rica que en el lago sin lagunas alrededor. Parece que, como muchos organismos de mayor tamaño, el fitoplancton dentro de la red de lagunas pudo mantener una comunidad de algas más diversa que la presente en una zona con menos lagunas.^[11]

Provisión de refugios climáticos

Las lagunas proporcionan en conjunto una gran variedad de hábitats y, por tanto, dan refugio a una amplia variedad de especies. Esta variedad de hábitats puede deberse a diferencias en la hidrología de una laguna a otra (permanente o temporal), diferencias locales en el sustrato (algunos dominados por barro, otros por arenas) o diferencias en la cantidad de sombra que reciben y la densidad de vegetación (algunas lagunas con escasa vegetación, otras con densa vegetación). Con el cambio climático, algunos hábitats de agua dulce (como lagos y ríos) más grandes y uniformes, se vuelven inadecuados para muchas especies, la diversidad de hábitats que se encuentra en un conjunto de lagunas indica que son más propensas a seguir proporcionando las condiciones que permiten la supervivencia de una flora y fauna diversas porque varían mucho de un lugar a otro, incluso en zonas muy pequeñas.

Un ejemplo de creación de lagunas como refugio climático en Reino Unido es el caso del "darter" cara blanca (*Leucorrhinia dubia*), que requiere un clima fresco y está actualmente retrocediendo hacia el norte en Reino Unido. La competencia con otras especies de libélulas que están expandiendo su rango debido al cambio climático debe haber jugado un papel en su declive, mientras que los estudios de laboratorio demuestran que, en condiciones más cálidas, disminuyen las tasas de crecimiento de las larvas de "darter" cara blanca. En el noroeste de Inglaterra, se cree que la creación de nuevas lagunas de alta calidad en turberas ácidas junto con una correcta gestión del hábitat terrestre está evitando la extinción regional de la especie asociada al cambio climático. La creación de nuevas lagunas está proporcionando hábitat adicional para fortalecer las pequeñas poblaciones de esta especie, siempre y cuando las condiciones climáticas generales para la especie sigan siendo adecuadas.^[12]

Incrementar la densidad de las redes espaciales de lagunas también aumenta los tamaños de las metapoblaciones de la mayoría de especies asociadas a lagunas, aumentando su resiliencia al impacto del cambio climático. En toda Europa, pero sobre todo en el sur, se espera que el hidropereodo (el tiempo que duran llenas las lagunas) sea más impredecible y disminuya sustancialmente. Por ello, el mantenimiento o la creación de diversidad de lagunas en el paisaje es esencial para seguir proporcionando condiciones que permitan la supervivencia de una flora y fauna diversas. Además, las lagunas son importantes para la biodiversidad terrestre porque son una de las pocas fuentes de agua en algunas regiones áridas .



Mantenimiento de la reserva regional de especies

Para asegurar la resiliencia de las poblaciones de organismos de agua dulce es probable que sea importante mantener la reserva regional de especies. Un ejemplo de este tipo de función se puede encontrar en Suiza en unos complejos de lagunas situadas a gran altitud y que mantienen la comunidad de especies adaptadas a las aguas frías, a pesar de que está aumentando la temperatura del agua.^[13] En Europa central, la creación de lagunas de alta calidad y de aguas limpias ha ayudado al mantenimiento de la reserva regional de especies gracias a proporcionar el hábitat para anfibios en peligro que no pueden sobrevivir en el paisaje de lagunas ‘comunes’. Esto es debido a que a pesar de que las lagunas abundan en este paisaje, éstas no están acompañadas en el paisaje de nuevas lagunas de alta calidad y, por tanto, no pueden mantener especies raras.

Recuadro 2. ¿Qué entendemos por ‘agua limpia’?

Se considera agua limpia aquella que tiene una composición química y biológica que sería la esperable en una zona sin perturbaciones humanas. Normalmente se le conoce como ‘la condición de referencia’, ‘calidad del agua mínimamente deteriorada’ o ‘niveles basales naturales’. Esta definición de agua limpia es equivalente al estado ‘alto’ de la Directiva Marco del Agua de la UE (DMA).

Contrarrestar los efectos del cambio climático, que puede hacer aumentar la extensión de agua contaminada

La subida de temperaturas provocará efectos más intensos por el aumento de nutrientes. Así, la creación de nuevas lagunas en el paisaje con baja carga de nutrientes puede ser una buena herramienta para la mitigación del cambio climático. Un ejemplo de este fenómeno se puede observar en el sitio de demostración de **PONDERFUL** llamado “Agricultura respetuosa con el agua”, que supone un ejemplo práctico de cómo las nuevas lagunas aportan agua limpia al paisaje ya que la creación de lagunas duplica la superficie de agua limpia en el paisaje (ver la historia de éxito 6.4).

3.4 LAS LAGUNAS Y LOS PAISAJES DE LAGUNAS COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA CREACIÓN Y MANTENIMIENTO DE HÁBITATS

Las lagunas son hábitats ricos y con gran biodiversidad. En su conjunto albergan más especies de agua dulce y de ambientes húmedos que cualquier otro hábitat de agua dulce. Además, también albergan ricas comunidades vegetales terrestres y de animales semiacuáticos. Las lagunas también presentan más especies raras y en peligro que otros hábitats de agua dulce.

Las lagunas albergan todos los grupos de plantas y animales de agua dulce, siendo solo las comunidades de peces y aves más diversas en masas de agua de mayor tamaño. Las lagunas son un hábitat vital para los anfibios y para un amplio rango de invertebrados, albergando una gran cantidad tanto de plantas acuáticas como de ambientes húmedos, y son probablemente inigualables en cuanto a la diversidad de sus comunidades algales. Sólo aquellos grupos de insectos que están muy ligados a las corrientes frescas (por ejemplo, los plecópteros, las efímeras o los tricópteros) son menos diversos en las lagunas que en las aguas corrientes o los lagos. En las llanuras de inundación de los grandes ríos, las lagunas que están permanente o intermitentemente conectadas al cauce principal son importantes para los peces.

Muchas especies de agua dulce raras o en peligro hacen uso de las lagunas y, a menudo, dependen de ellas. En Europa, son ejemplo de ello algunos invertebrados que están amenazados como los renacuajos de *Triops baeticus* y de *T. vicentinus* que se encuentran en las lagunas temporales de la península ibérica, el caballito del diablo *Lestes macrostigma* que se encuentra tanto en lagunas costeras salobres y de interior, como en lagos, y el escarabajo *Graphoderus bilineatus*, que se encuentra en lagunas y pequeños lagos del norte de Europa. Además, las lagunas albergan 33 especies de anfibios y 8 especies leníticas de odonatos presentes en el Anexo 4 de la Directiva Hábitats, y 29 especies de plantas acuáticas en el Anexo 2 de la Directiva Hábitats.

En las lagunas temporales mediterráneas se pueden encontrar algunas plantas acuáticas especialistas que se encuentran amenazadas como *Pilularia minuta*, *Isoetes setaceum*, y *Marsilea batardae*. En Europa central, la especie casi amenazada *Damsonium alisma* se encuentra principalmente en lagunas. Más al norte, las lagunas proporcionan hábitat a especies como *Crassula aquatica*, *Lythrum thesioides*, el llantén de agua flotante (*Luronium natans*) y *Najas flexilis*.

Entre los anfibios que se relacionan con las lagunas, se incluyen especies en peligro de extinción con distribuciones geográficas muy restringidas como el sapo de vientre amarillo de los Apeninos (*Bombina pachypus*), el sapillo pintojo sardo (*Discoglossus sardus*), y la rana de Lataste (*Rana latastei*), así como varias especies amenazadas más extendidas incluidas en la Directiva Hábitats de la UE (por ejemplo, el sapo de vientre amarillo (*Bombina variegata*), el tritón crestado gigante (*Triturus cristatus*), y el sapo corredor (*Epidalea calamita*).



Aunque las comunidades de peces normalmente son menos diversas que las que habitan lagos más grandes, las lagunas que están en las llanuras de inundación o cerca de ellas, pueden albergar conjuntos de peces tan diversos como los de los cauces fluviales. Las lagunas que no están permanentemente conectadas al cauce principal del río también pueden ser importantes para los peces. Las lagunas acogen peces en peligro de extinción (como por ejemplo la anguila europea (*Anguilla anguilla*) y el fartet (*Aphanius iberus*), y aves raras como el zampullín cuellinegro (*Podiceps nigricollis*), presente en la Lista Roja Europea, y el ánade rabudo (*Anas acuta*), que utiliza las lagunas como lugar de reproducción.

Hay cada vez más evidencia de que los paisajes de lagunas (es decir la superficie de terreno que hay alrededor de las lagunas), además de ser hábitats acuáticos ricos, también son más ricos en biodiversidad de lo que serían si no tuvieran lagunas. Al referirnos a los paisajes de lagunas estamos incluyendo todo tipo de hábitats terrestres, desde las cimas de las montañas hasta los bosques. Los paisajes de lagunas pueden ser ambientes urbanizados, cultivados o prístinos. La gestión de estos terrenos tiene un profundo impacto en las lagunas, como ocurre también con el resto de ambientes acuáticos continentales. Asimismo, las lagunas ejercen a su vez un efecto sobre el terreno del paisaje. Por ejemplo, es más probable que los murciélagos usen hábitats boscosos con lagunas, el que haya insectos emergiendo de las lagunas proporciona alimento a las aves insectívoras, y la presencia de anfibios entorno a las lagunas proporciona alimento a vertebrados como la cigüeña blanca o el abejero europeo.



▲ Sapo de vientre amarillo (*Bombina variegata*) © Benny Trapp

▼ Tritón crestado gigante (*Triturus cristatus*)
© Pieter Jan Alles



▲ Galápagos europeo (*Emys orbicularis*)
© João Manuel Lima

Tres especies típicas de lagunas que están amenazadas en Europa (presentes en los anexos de la Directiva Hábitats de la UE)



▲ Azumba (*Damasonium alisma*)[†]
© Beat Oertli

▼ Tortuguita (*Triops baeticus*)
© jmneiva



▲ Sapillo pintojo sardo (*Discoglossus sardus*)
endémico de la cuenca del mar Tirreno*.
© Benny Trapp

Tres especies raras típicas de las lagunas temporales mediterráneas que en Europa se encuentran amenazadas (presentes en la Lista Roja Europea de la UICN[†] como vulnerables o en peligro o en el Anexo IV de la Directiva Hábitats*).



Varios tipos de lagunas cumplen el criterio sobre tipos de hábitats del Anexo 1 de la Directiva Hábitats de la UE que indica que en la Europa de los 28, Islandia, Noruega, Suiza y los países balcánicos, deben mantenerse o restaurarse a un estado de conservación favorable. En el Reino Unido, las lagunas que inicialmente se consideró que necesitaban protección bajo la Directiva Hábitats siguen siendo hábitats prioritarios bajo la ley de Medio Ambiente Natural y Comunidades Rurales de 2006. Estos hábitats son:

- 110 Aguas oligotróficas que contienen muy pocos minerales de llanuras arenosas (*Littorelletalia uniflorae*)
- 130 Aguas estancadas de oligotróficas a mesotróficas con vegetación de *Littorelletea uniflorae* y/o *Isoeto-Nanojuncetea*
- 3140 Aguas duras oligo-mesotróficas con vegetación bentónica de distintas especies de *Chara* spp.
- 3150 Lagos naturales eutróficos con vegetación de tipo Magnopotamion o Hydrocharition
- 3160 Lagos y lagunas naturales distróficas
- 3170 Lagunas temporales mediterráneas
- 3180 'Turloughs' (principalmente en Irlanda)
- 2190 Hondonadas húmedas de dunas
- 21A0 'Machairs' (en Escocia e Irlanda).

A pesar de que no todos los nombres de hábitats del Anexo 1 incluyan la palabra 'laguna' en el título, todos estos hábitats sí que incluyen las lagunas en las descripciones de los hábitats. Sin embargo, aunque un gran número de lagunas se sitúen en las categorías de hábitats prioritarios, aún no se ha realizado una cartografía precisa de su localización.

La riqueza biológica de las lagunas probablemente refleja diversos factores distintos. Las lagunas son un tipo de hábitat de agua dulce antiguo, abundante y natural que ha existido a lo largo de la historia evolutiva de los organismos de agua dulce. Esto probablemente ha permitido la diversificación de las especies desde que la vida colonizó el agua dulce. En muchos paisajes naturales, las lagunas habrían sido probablemente los hábitats de agua dulce más numerosos. Concretamente, las lagunas temporales han proporcionado hábitats durante millones de años.

La mayor concentración de lagunas se encuentra normalmente en las zonas descritas como humedales. De hecho, éstos son complejos de lagunas permanentes y temporales estrechamente entremezclados con lagos, aguas corrientes y hábitats terrestres. Algunos ejemplos en Europa son el parque nacional de Doñana en España, el río Biebrza en Polonia y el parque nacional de Hortobágy en Hungría. En la mayoría de 'distritos de lagos' europeos (zonas donde es común la presencia de lagos), las lagunas son en realidad el hábitat de agua dulce más numeroso (aunque los lagos tienen un área y un volumen mayor). El extenso sistema de turberas del norte de Europa tiene probablemente millones de lagunas.

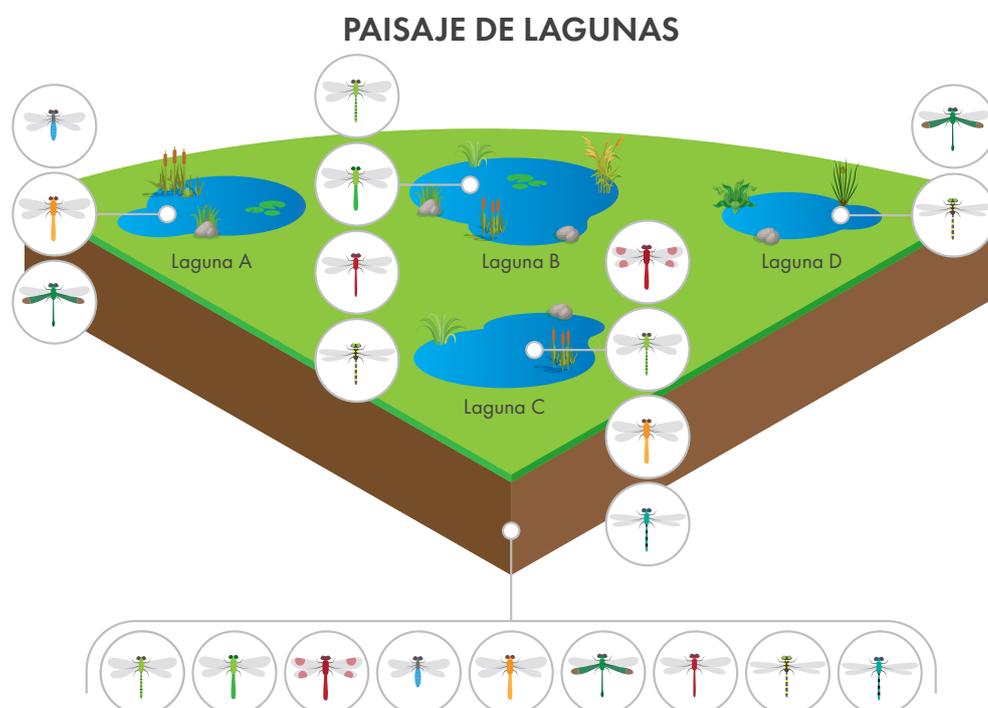


Fig. 7 - Ejemplo de cómo se refuerza la biodiversidad en un paisaje de lagunas. Hay cuatro lagunas diferentes (A, B, C, D) con diferentes características físicas y químicas y cada una alberga entre 2 y 4 especies de libélulas (riqueza alfa). Como cada comunidad es diferente, con un solapamiento pequeño en la composición de especies, la diversidad beta es alta (es decir, la diferencia entre lagunas) y por tanto la riqueza acumulada en el paisaje de lagunas (diversidad gamma; $A+B+C+D$) es notablemente más alta, alcanzando un total de 9 especies.



En conjunto, las lagunas representan una elevada proporción de las masas de agua casi prístinas que quedan en muchos paisajes, sobre todo en zonas dominadas por usos agrícolas contaminantes o en las áreas urbanas. Como las lagunas suelen tener cuencas de drenaje pequeñas, es frecuente que las cuencas estén compuestas por terrenos casi naturales (brezal, pastizal no gestionado, monte y bosque, páramo y prados sin fertilizar) con una baja o nula exposición a los impactos generados por el ser humano (por ejemplo, fertilizantes, pesticidas, aguas residuales y otros contaminantes). Por el contrario, las masas de agua con cuencas de drenaje de mayor tamaño tienen más posibilidades de verse expuestas a los factores agresivos.

Esto también aumenta la riqueza de las agrupaciones de lagunas al proporcionar refugios a las especies que necesitan aguas libres de contaminantes, que son hoy en día menos frecuentes en masas de agua de mayor tamaño. La riqueza característica de las lagunas, la protección frente a los factores de estrés, y la heterogeneidad se añaden en los paisajes de lagunas para contribuir a su inusual riqueza y diversidad biológica.

Los paisajes de lagunas comparados con otros hábitats de agua dulce

Comparadas con las aguas corrientes, las lagunas son física y químicamente diversas de manera natural. Esto contribuye a impulsar la variedad de organismos dulceacuáticos que albergan.

Gracias al trabajo de Freshwater Habitats Trust en el Reino Unido a principios de los 2000 se evidenció por primera vez la riqueza de las lagunas^[14]. Al contrario de lo que se esperaba, se ha demostrado que, en un típico paisaje agrícola europeo, las lagunas albergan en conjunto más especies de plantas e invertebrados acuáticos que los ríos, lagos, arroyos o acequias (Fig. 8).

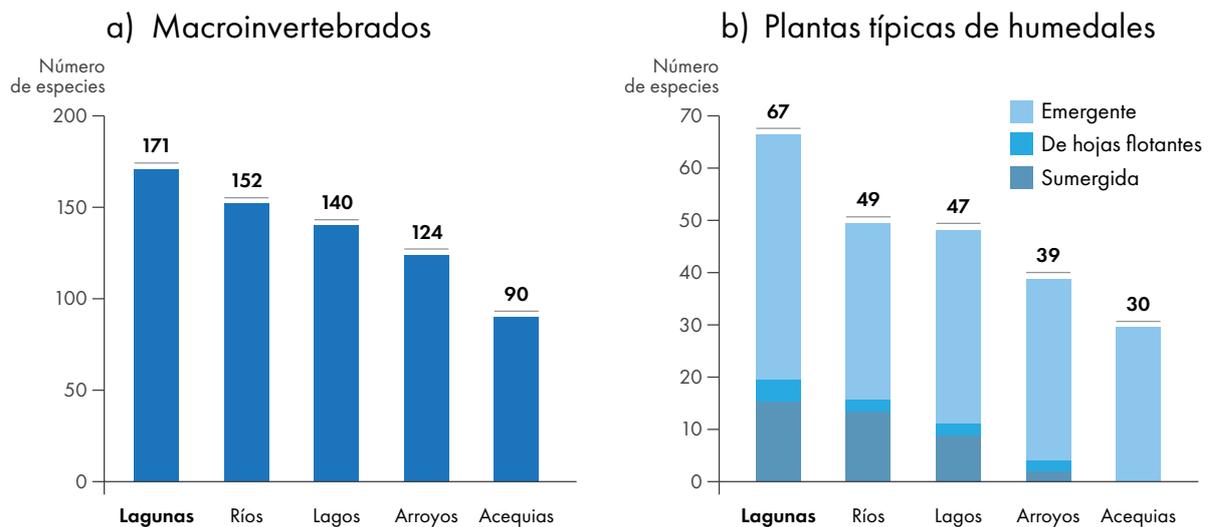


Fig. 8 - Un estudio realizado por Freshwater Habitats Trust (Reino Unido) en un paisaje agrícola encontró que, en conjunto, las lagunas albergan más especies de plantas e invertebrados acuáticos que otras masas de agua dulce.^[14]

Este patrón se demostró también en paisajes de tierras altas y bajas del Reino Unido, así como en Dinamarca, Alemania, Francia, Polonia, China y Bután. El sitio de demostración de **PONDERFUL** llamado 'Agricultura respetuosa con el agua' es quizá el mejor ejemplo de la gran contribución que aportan las lagunas a la biodiversidad dulceacuática de todo el paisaje (ver la historia de éxito de 'Agricultura respetuosa con el agua' en el capítulo 6). Se desconoce aún si este patrón también ocurre en el hemisferio sur o en los trópicos.



Oportunidades y restricciones a la hora de usar las lagunas para proteger la biodiversidad de agua dulce

Las lagunas ofrecen enormes oportunidades para la protección efectiva de la biodiversidad dulceacuícola frente a los impactos de origen antrópico, incluidos los efectos del cambio climático. Las principales oportunidades prácticas que ofrecen las lagunas son:

- **La riqueza de las lagunas:** Las lagunas son hábitats para un amplio rango de especies de agua dulce, incluidas muchas especies que están en peligro de extinción a nivel local, regional, europeo o global.
- **Protección y creación de hábitats de alta calidad:** Aunque la gestión de las aguas dulces normalmente se centra en mejorar los hábitats dañados, muchas lagunas que están en buenas condiciones requieren protección. La creación de nuevas lagunas en lugares estratégicos es una buena manera de establecer nuevos hábitats de agua dulce de alta calidad. Esto es más difícil de conseguir para ríos y lagos.
- **Buenos resultados ecológicos:** Hay evidencia muy buena de la efectividad de las lagunas a la hora de mejorar la biodiversidad de las aguas dulces. Esto contrasta con muchos trabajos de gestión en ríos y lagos, en los que la evidencia de los beneficios para la biodiversidad es menos evidente.
- **Compromiso con las personas:** Las lagunas pueden encontrarse de manera natural o ser creadas en una amplia gama de ubicaciones. Esto permite que gente muy diferente pueda proteger la biodiversidad dulceacuícola.
- **Menor tamaño puede implicar menos costes:** Las lagunas son relativamente pequeñas, lo cual implica que los costes de protección (por ejemplo, micro-reservas), gestión y creación son menores que para aguas de mayor tamaño. Suponen una opción muy atractiva para la protección y restauración de la biodiversidad de agua dulce cuando se gestionan de manera efectiva y cuando han sido creadas de manera correcta.

Las principales restricciones a la hora de usar lagunas para proteger la biodiversidad de agua dulce y reducir los impactos del cambio climático son:

- **Dinero:** A pesar del bajo coste, la financiación para la creación y gestión de lagunas es muy limitada comparada con la financiación proveniente de los sectores públicos y privados para la protección de masas de agua mayores y de algunos hábitats terrestres.
- **Política y ley:** Aunque actualmente está cambiando, la política entorno al agua está aún muy sesgada en contra de las masas de agua de pequeño tamaño. La mayoría de hábitats de lagunas no están incluidos en directivas y leyes de aguas y/o de conservación, y esta falta de protección es una de las principales causas de su declive. Se necesitan más leyes de protección de lagunas a nivel nacional e internacional, así como incentivos económicos para la conservación y creación de lagunas. Hay tres cuestiones políticas clave que deben abordarse:
 - Asegurar que las lagunas estén incluidas en la legislación existente para proteger el ambiente acuático. Actualmente las lagunas están bien representadas en la política de conservación de la naturaleza (por ejemplo, en Europa en la Directiva Hábitats de la UE). Hay una falta de protección general para las lagunas como agua dulce en la UE debido a la forma en que se aplica en general la Directiva Marco del Agua. Ésta prioriza la tipología del sistema B, que excluye de una regulación efectiva a millones de pequeños lagos y lagunas de menos de 50 ha de área. En América del norte se está abordando una exclusión similar de la legislación sobre política de aguas mediante la identificación de 'aguas vulnerables'. Éstas incluyen humedales no inundables (comparables a las 'lagunas' europeas) y arroyos de cabecera.
 - Asegurar que los responsables políticos consideren siempre tanto aguas de pequeño como de mayor tamaño. La arraigada tendencia de suponer que las aguas de mayor tamaño son más importantes que las pequeñas ha distorsionado la política y afecta gravemente al uso práctico de las lagunas para proteger la biodiversidad dulceacuícola.
 - Asegurar que las aguas dulces estén consideradas en la política como redes de hábitats. Aunque se sabe desde hace tiempo que las plantas y animales de agua dulce interactúan con múltiples hábitats en todo el paisaje, hasta hace poco no ha empezado a calar el concepto de las redes de hábitats. Dos ejemplos de ello son los conceptos de la 'Freshwater Network' (Reino Unido) y 'Freshwater Ecosystem Mosaics' (América del norte).
- **Identificar las lagunas existentes de alto valor:** Es esencial priorizar los esfuerzos de conservación en lagunas donde la biodiversidad dulceacuícola es de mayor importancia o más vulnerable. Sin embargo, en general aún falta establecer seguimientos estandarizados a nivel nacional y métodos de evaluación, lo que refleja la tradicional costumbre en la ecología de agua dulce de ignorar las masas de agua pequeñas. Aunque hay ejemplos de buenas prácticas como la política británica de identificar 'lagunas prioritarias' que está reconociendo y cartografiando las lagunas de alto valor, el inventario de lagunas en la Baja Bélgica, el Inventario federal de lugares de desove de anfibios de importancia nacional en Suiza y una serie de iniciativas en Francia (por ejemplo, el mapa interactivo de lagunas de Loir-et-Cher). Estos programas identifican las lagunas más importantes (en general en Europa probablemente haya cientos o miles de lagunas de importancia biológica) para asegurarse de que los hábitats existentes con buena calidad sean considerados. Por tanto, se sigue el mismo principio que con el concepto de 'sin deterioro' de la Directiva Marco del Agua, según el cual la máxima prioridad es proteger las masas de agua que ya están en buen estado, y la segunda prioridad, reparar los hábitats degradados.



3.5 LAS MEJORES ESTRATEGIAS Y CONSEJOS PARA MEJORAR LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y CONTRIBUCIONES DE LA NATURALEZA A LAS PERSONAS QUE PROPORCIONAN LAS LAGUNAS

En este apartado resumimos los servicios ecosistémicos y las Contribuciones de la naturaleza a las personas proporcionados por las lagunas y los paisajes de lagunas. Siempre que sea posible, proporcionamos datos, consejos útiles, y las historias de éxito (capítulo 6) del proyecto **PONDERFUL** o del trabajo realizado en otros lugares por el equipo del proyecto **PONDERFUL**.

Regulación de peligros y fenómenos extremos: gestión de crecidas naturales

Las lagunas y los paisajes de lagunas pueden almacenar grandes cantidades de agua, sobre todo si las lagunas tienen grandes zonas de acumulación, bordes poco profundos y/o una zona de amortiguación que se pueda inundar temporalmente. Esto hace a las lagunas y los paisajes de lagunas valiosos para la gestión de la escorrentía. El volumen potencial de agua que puede ser almacenado en un paisaje de lagunas puede ser grande, y es probablemente más barato de conseguir que algunas estructuras mecánicas. A través de los beneficios acumulados de las lagunas individuales, los paisajes de lagunas pueden reducir significativamente el riesgo de inundaciones porque el almacenamiento de agua proporcionado retrasará y aplanará el hidrograma de tormentas y reducirá los caudales máximos (ver Fig. 9).

La retención de agua en el paisaje puede reducir los efectos de las sequías extremas, incluido el suministro de agua para combatir incendios, así como mitigar los peligros por inundación.

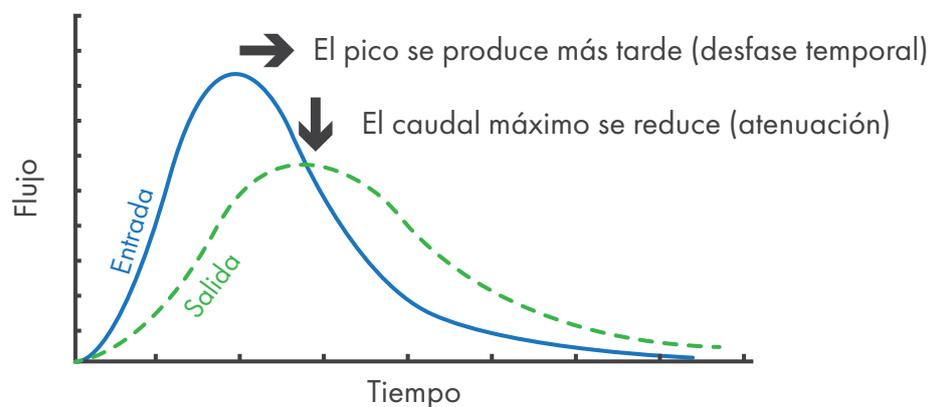
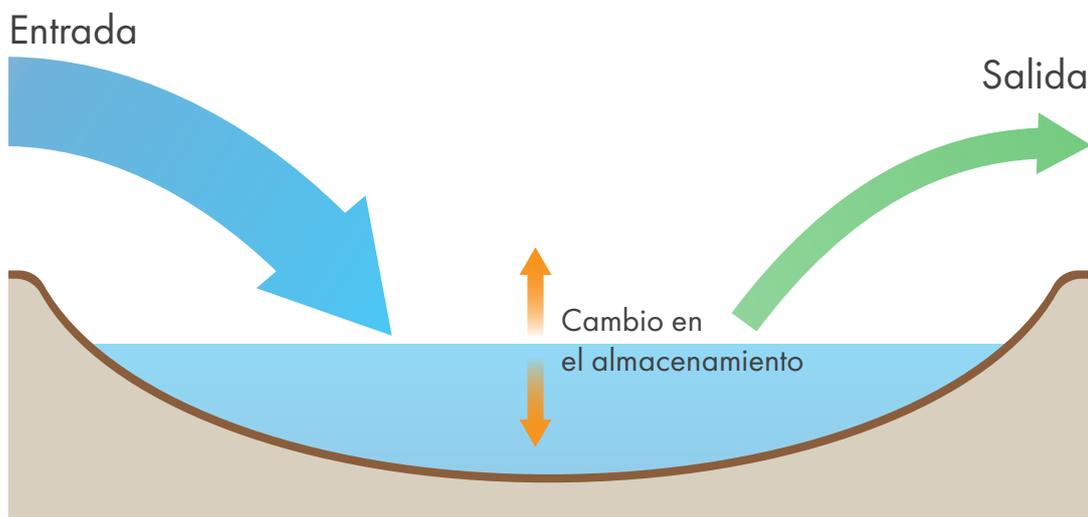
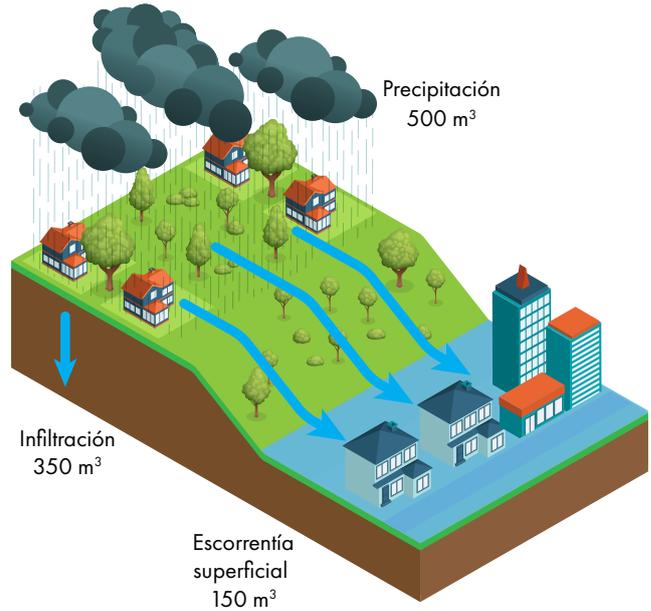
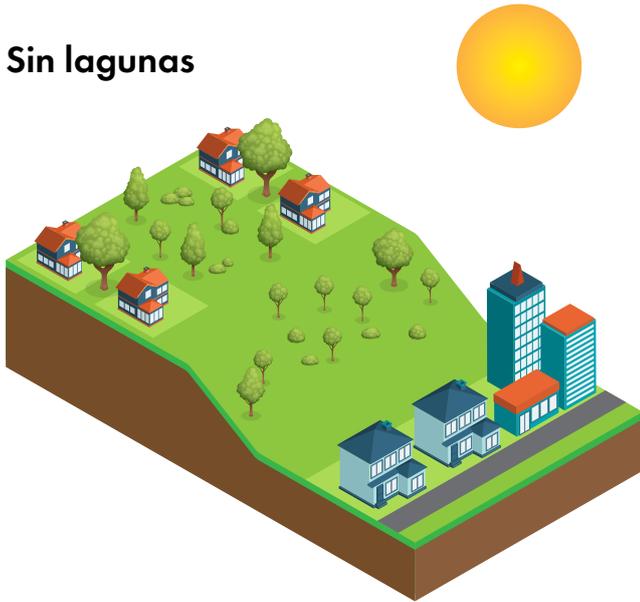


Fig. 9 - Las lagunas pueden reducir y retrasar significativamente los caudales máximos en caso de inundación.



Sin lagunas



Con lagunas

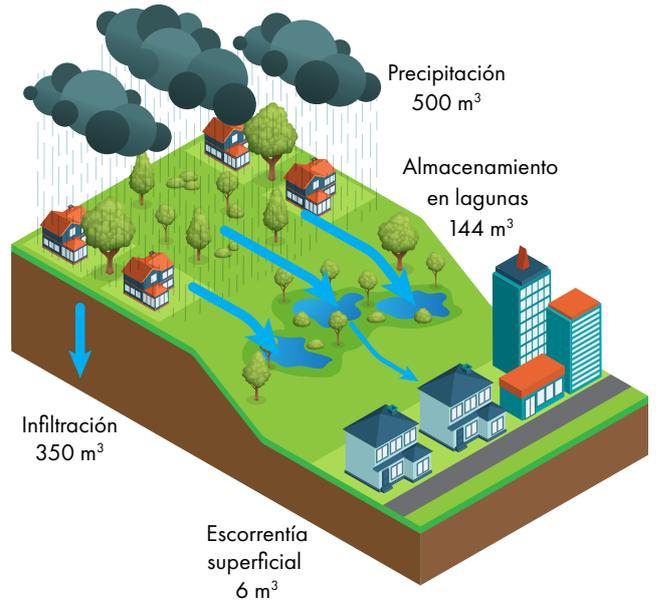
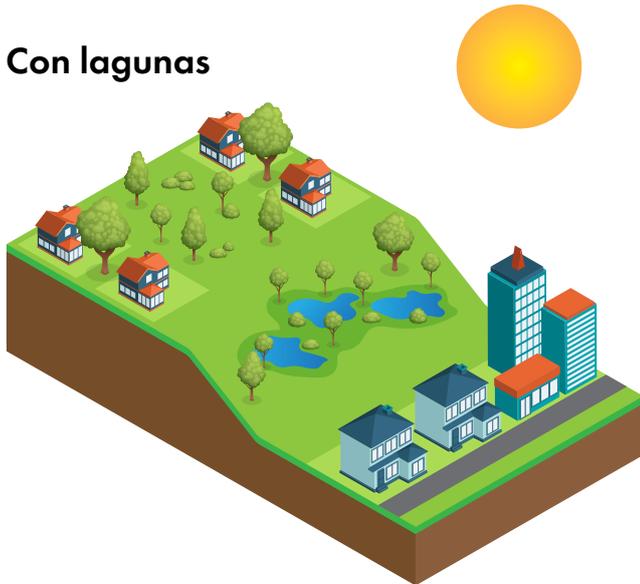


Fig. 10 - Ilustración simplificada del beneficio proporcionado por un pequeño paisaje de lagunas situado en la cuenca de drenaje de una zona urbana durante una tormenta. La figura de la izquierda muestra la situación antes (arriba) y después (abajo) de una tormenta sin el paisaje de lagunas. La figura de la derecha muestra la misma situación, pero con el beneficio de la presencia de un paisaje de tres lagunas de 300 m² con una capacidad de acumular hasta 144 m³ de agua de lluvia, reduciendo así el riesgo de inundación.



CONSEJOS PARA MEJORAR EL ALMACENAMIENTO DE AGUA:

- Paisaje de lagunas denso (con numerosas lagunas). Crear el máximo número de lagunas posible en el paisaje, y si se puede, intentar recoger agua de lluvia y de tormenta de los tejados o usando zanjas o cunetas que aprovechen la topografía del terreno para dirigir el agua a las lagunas.
- Optimización de los tamaños y profundidades de las lagunas (lo más grande posible)
- Zonas de acumulación grandes para cada laguna (con áreas inundables grandes)
- Los cálculos y modelos hidráulicos pueden ayudar a la hora de diseñar las lagunas y los paisajes de lagunas.



HISTORIAS DE ÉXITO 6.2



Regulación de la cantidad de agua dulce

Las lagunas mantienen agua en el paisaje, lo que proporciona contribuciones de la naturaleza a las personas, incluida la regulación de riesgos (ver el ejemplo anterior), el suministro de agua para la agricultura, la ganadería y los animales salvajes, para la producción de alimentos y piensos, y para la biodiversidad (sección 3.5).

Las lagunas constituyen aproximadamente el 30% del agua superficial del planeta. El almacenamiento de agua es probablemente una de las soluciones basadas en la naturaleza más antiguas relacionadas con las lagunas en los paisajes agrícolas. No solo incluye el uso directo de agua por parte de los animales (ganado, animales salvajes) o para regar los cultivos sino también la provisión de hábitats para los animales salvajes (anfibios, murciélagos, libélulas y otros invertebrados) que controlan las plagas de insectos y los animales de cría (peces, tortugas, ranas, patos, invertebrados) o plantas (por ejemplo, el berro o la menta) explotadas por el hombre para la obtención de alimento. El almacenamiento de agua en lagunas también es un recurso importante para que beban los animales salvajes, sobre todo en zonas del sur de Europa (por ejemplo, en la zona mediterránea) y en escenarios de cambio climático. Las lagunas y los paisajes de lagunas se han creado por todo el planeta para este propósito. Hoy en día, este servicio ecosistémico es cada vez más importante dada la previsión de escasez de agua.

Las soluciones basadas en la naturaleza eficientes deben, por definición, generar un beneficio para la biodiversidad, así que las lagunas destinadas a almacenar agua también serán diseñadas para crear hábitats beneficiosos para la biodiversidad. Hay dos factores importantes: si el agua almacenada no está contaminada se generará, a su vez, un beneficio importante para la biodiversidad. Por otro lado, cuanto más natural sean las orillas y el fondo de la laguna, mejor: las lagunas destinadas a almacenar agua se suelen crear usando materiales artificiales (cemento, revestimiento de plástico) que generan hábitats de baja calidad. Dentro de lo posible, las lagunas se deben excavar en suelos arcillosos, gravas o arenas ya que estos sustratos naturales permiten crear lagunas que proveen hábitats de mejor calidad. La gestión a escala de paisaje de lagunas puede también promover una mezcla de tipos de lagunas, incluidas algunas para la producción de alimento, y otras para la protección de animales y plantas salvajes.



◀ Durante la Edad Media se crearon muchos paisajes de lagunas para la cría de peces (por ejemplo, La Dombes, Francia). Hoy en día son puntos calientes locales de biodiversidad ya que siguen siendo gestionados con el mismo propósito. © Joël Robin

▶ A menudo las lagunas sirven para proporcionar agua al ganado, albergando así los paisajes de lagunas una gran biodiversidad. © Freshwater Habitats Trust



◀ Los grandes sistemas artificiales, como este embalse usado para el riego, podrían ser sustituidos por soluciones basadas en la naturaleza. © Lio Voo





CONSEJOS PARA MEJORAR LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROPORCIONADOS POR LOS ESTANQUES PARA PECES Y PARA EL GANADO:

- Cuando la presión ejercida por el ganado es alta en el paisaje de lagunas, cercar (parcial o completamente) las lagunas con mayor biodiversidad puede resultar beneficioso. Hay que tener en cuenta que, para muchas lagunas, una presión de pastoreo suave es necesaria y natural.
- Se puede instalar un abrevadero simple aguas abajo de una laguna que permita gestionar de manera más precisa la presión ejercida por el ganado y la fauna salvaje.
- Es beneficioso en el caso de los estanques para peces el tener orillas dominadas por vegetación emergente, ya que proporciona zonas de desove para los peces y hábitats para otras biotas (por ejemplo, aves, anfibios, invertebrados) y ayuda a reducir los niveles de nutrientes en el estanque; las densidades de peces deben aproximarse a las de las comunidades piscícolas naturales.
- Debe evitarse la alta densidad de peces en los estanques para peces porque se verá afectada la calidad del agua, generando un impacto tanto en los peces como en la biodiversidad en general.



HISTORIA DE ÉXITO 6.5

Mejora de la calidad del agua

Toda laguna tiene potencial para depurar el agua y normalmente aumenta con el aumento de la abundancia de la vegetación acuática, o con el aumento del tamaño y la profundidad de la laguna. El impacto acumulado de varias lagunas puede significar que un paisaje grande con una alta densidad de lagunas tiene un potencial extraordinario para depurar agua. Los paisajes de lagunas se han implementado como soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la calidad del agua tanto en paisajes agrícolas como urbanos (por ejemplo, en Irlanda, el humedal construido integrado de Dunhill). [15] La depuración del agua incluye no solo nutrientes sino también una serie de contaminantes como: sólidos en suspensión, metales pesados, pesticidas, bifenilos policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, disruptores endocrinos, sales y bacterias.

Para maximizar el valor que poseen los paisajes de lagunas para el control de la contaminación, las balsas de depuración se deben situar entre el origen de la contaminación y las masas de agua que se quieran proteger (ya sean lagunas, arroyos o ríos). Normalmente éstas se localizarán en la parte alta de la cuenca, pero también en riberas y llanuras aluviales aguas abajo. Al usar lagunas para retener contaminantes, si éstas están bien diseñadas y son bien gestionadas, se podrá aumentar la zona con todo tipo de hábitats de aguas limpias.

Las lagunas con el máximo potencial de depuración tienen un gran tamaño y volumen, un tiempo de retención largo y presentan una densa vegetación. Por ejemplo, la densa vegetación de los cañaverales de carrizo común (*Phragmites australis*) hace que globalmente se fomente su uso por su potencial depurador.

La subida de la temperatura del agua y el aumento de la escasez de agua provocado por el cambio climático, hará que empeoren los efectos de la eutrofización. Por tanto, los paisajes de lagunas suponen una solución para mejorar la calidad del agua en cuencas y paisajes mediante la interceptación de la contaminación y la creación de nuevos cuerpos de agua limpios.

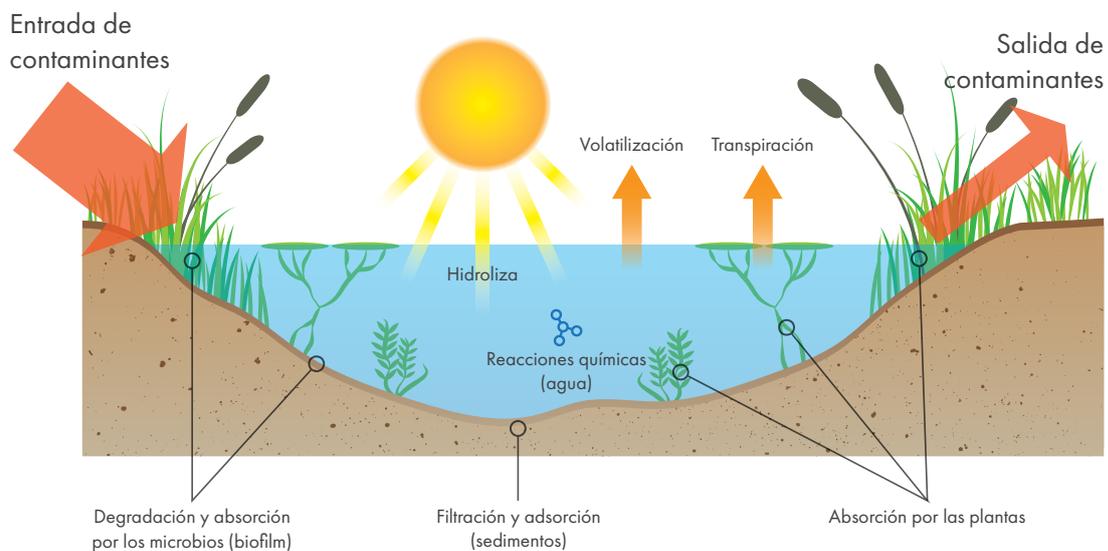


Fig. 11 - La depuración en lagunas está asociada al efecto acumulativo de varios procesos: filtración, degradación química (por ejemplo, fotodegradación, hidrólisis), degradación microbiana, volatilización, adsorción en sedimentos, vegetación y materia orgánica, y absorción microbiana y por las plantas.





CONSEJOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA:

- Paisaje de lagunas denso (con numerosas lagunas)
- Tamaños y profundidades optimizadas (lo más grande posible) – tiempo de retención del agua en las lagunas largo
- Cortar de manera regular la vegetación emergida para ayudar en la captación y eliminación de contaminantes
- Evitar el uso de fertilizantes y pesticidas en la cuenca de la laguna
- Amplias zonas de vegetación, especialmente de vegetación emergente (por ejemplo, juncos)
- Promover la infiltración y el flujo vertical.



HISTORIA DE ÉXITO 6.3

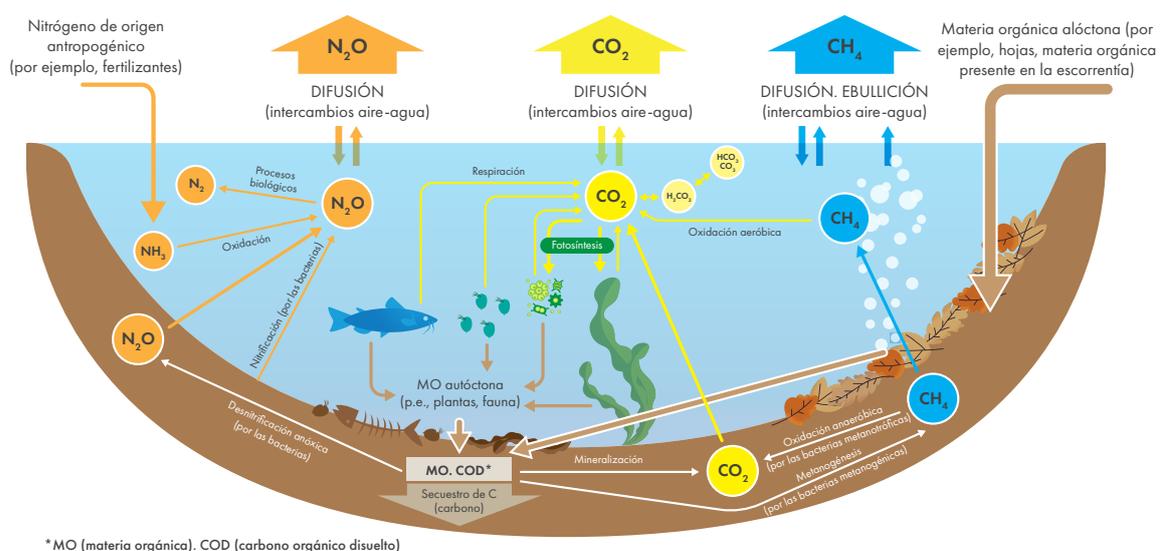
Regulación del clima: secuestro de carbono

Las lagunas son los hábitats de agua dulce más numerosos del planeta y suelen ser sistemas muy productivos, con una densa vegetación y tasas de fotosíntesis y respiración altas. Todo esto provoca una importante captura de carbono por parte de las algas y las plantas vasculares, que posteriormente se deposita en los sedimentos de la laguna. Sin embargo, las lagunas también actúan como emisoras de grandes cantidades de gases de efecto invernadero (por ejemplo, dióxido de carbono y metano), sobre todo cuando están contaminadas, lo que implica que las lagunas tienen un importante impacto en el ciclo global del carbono. Por ello, tenemos que comprender y cuantificar de manera adecuada cómo ocurren estos procesos en las lagunas y el modo de maximizar el secuestro de carbono y minimizar las emisiones de otros gases de efecto invernadero. Por lo tanto, es crucial saber cómo la gestión puede ayudar a que las lagunas actúen más como sumideros que como emisores de carbono.

¿Qué son los gases de efecto invernadero y cómo son producidos o atrapados por las lagunas?

Muchos de los procesos que se dan en las lagunas producirán o atraparán los tres principales gases de efecto invernadero: dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Estos procesos están asociados tanto a la vegetación como a la actividad de las comunidades microbianas, pero también a las condiciones físico-químicas (en particular la abundancia de oxígeno y nutrientes) y la cantidad de materia orgánica. El óxido nitroso tiene un potencial de calentamiento global mayor (es 265 veces más potente que el del dióxido de carbono), aunque el metano tiene un potencial de calentamiento 28 veces mayor en 100 años que el dióxido de carbono.

Los procesos que producen o atrapan gases de efecto invernadero en una laguna son: la fotosíntesis, la respiración, la descomposición de la materia orgánica, la actividad microbiana (incluida la metanogénesis, la metanotrofia y la desnitrificación), la sedimentación y las reacciones químicas (por ejemplo, oxidación, reducción) (ver Fig. 12). Hay dos procesos principales por los cuales los gases de efecto invernadero son liberados a la atmósfera: difusión (intercambios de moléculas de metano, dióxido de carbono y óxido nitroso entre el aire y el agua) y ebullición, que consiste en la emisión de las burbujas que se han formado en el sedimento que tienen una concentración muy alta de metano. La ebullición solo se produce en aguas someras de menos de 10 m de profundidad y es el tipo de emisión de metano dominante en las lagunas.



*MO (materia orgánica). COD (carbono orgánico disuelto)

ACUMULACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA (MO)

Fig. 12 - Los procesos que se producen en la laguna y que provocan la emisión de gases de efecto invernadero por difusión o ebullición (arriba: N_2O – óxido nitroso; CO_2 – dióxido de carbono; CH_4 – metano) y el secuestro de carbono en los sedimentos (abajo). MO – Materia orgánica; COD – Carbono orgánico disuelto.



El metano es producido principalmente en situaciones anaerobias (cuando el oxígeno está ausente). El gas se produce cuando las arqueas procesan la materia orgánica presente en el sedimento y en la columna de agua mediante metanogénesis. En presencia de oxígeno, el metano se puede transformar en dióxido de carbono por parte de las bacterias metanotróficas. El metano se puede oxidar también para dar lugar a dióxido de carbono en condiciones anaerobias.

El dióxido de carbono es un subproducto de la respiración, un proceso que todas las plantas, animales, hongos y bacterias usan. También es producido por alteraciones de la química de los carbonatos mediadas por el pH y por la fotooxidación del carbono orgánico disuelto (que se produce en parte por la descomposición de la materia orgánica). La producción de dióxido de carbono también está asociada a la oxidación del metano, como se ha explicado antes. Durante las horas de luz, el dióxido de carbono es usado por el fitoplancton, las algas y las plantas acuáticas mediante la fotosíntesis y es liberado durante la noche cuando el proceso dominante es la respiración.

El óxido nítrico es producido por la actividad bacteriana (desnitrificación o nitrificación) cuando el ambiente es rico en nitrógeno. En los cuerpos de agua a menudo se dan altos niveles de nitrógeno debido a la contaminación antrópica, incluido el uso de fertilizantes agrícolas y los vertidos de aguas residuales. Los estudios han demostrado que las lagunas pueden ser tanto fuentes como sumideros de óxido nítrico. Varios estudios, incluidos aquellos que han usado datos de **PONDERFUL**, han encontrado que las lagunas son sumideros de N_2O .

¿Cuál es el balance entre acumulación de carbono y emisión de gases de efecto invernadero?

Las lagunas son probablemente los ecosistemas más eficientes del planeta en secuestrar carbono por unidad de área, pero también en producir gases de efecto invernadero, como han destacado los estudios del proyecto **PONDERFUL**. Se producen también variaciones considerables en los patrones estacionales, y hay evidencias de que las emisiones tienden a ser mayores en verano, pero con variaciones importantes entre sitios.

Como las lagunas pueden tanto almacenar como liberar carbono, es importante considerar el balance entre el secuestro de CO_2 frente a la emisión de CO_2 para calcular su efecto global. El muestreo de **PONDERFUL** y los experimentos con mesocosmos muestran que el incremento de las temperaturas combinado con el incremento del nivel de nutrientes aumenta las probabilidades de que una laguna sea un emisor neto de carbono. Por tanto, ante el incremento de las temperaturas, es vital mantener los niveles de nutrientes tan bajos como sea posible. Además, las abundantes plantas sumergidas enraizadas parecen favorecer el secuestro neto. Por el contrario, las lagunas con concentraciones altas de oxígeno disuelto y niveles bajos de nitrógeno total (el fósforo parece jugar un papel menor en esta relación) tienen más probabilidad de ser un sumidero que de ser una fuente de gases de efecto invernadero. Para comprender mejor el papel de las lagunas en el ciclo del carbono, las lagunas con mayores tasas de secuestro neto serán particularmente útiles para seguir estudiando cómo la gestión puede dirigir el sistema hacia el almacenamiento de carbono.

El análisis realizado por **PONDERFUL** de aproximadamente 180 acciones de soluciones basadas en la naturaleza, implementadas en 93 lagunas/paisajes de lagunas de 24 países encontró que, actualmente, las soluciones basadas en la naturaleza con lagunas puestas en marcha por administradores se centraron principalmente en la adaptación al cambio climático (especialmente la regulación de riesgos y fenómenos extremos, y el mantenimiento de la cantidad de agua) más que en la mitigación. No se notificó ninguna medida que se utilizara específicamente para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o mejorar la capacidad de las lagunas como sumideros de carbono.

¿Qué tipo de lagunas presentan bajas emisiones de gases de efecto invernadero?

La emisión de gases de efecto invernadero se ve afectada por las concentraciones de nutrientes, y el oxígeno disuelto. Los niveles bajos de oxígeno disuelto se asocian a un aumento de las emisiones de metano y dióxido de carbono tanto a escala anual como estacional. A partir del conjunto de datos de **PONDERFUL** se observó que el enriquecimiento en nutrientes, particularmente de nitrógeno, iba asociado a un incremento de las emisiones tanto de dióxido de carbono como de metano.



CONSEJOS PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR LAGUNAS:

- crear lagunas que tengan columnas de agua bien oxigenadas (por ejemplo, abiertas al viento para promover la mezcla de la columna de agua)
- gestionar el paisaje para crear cuencas 'limpias', asegurando que las lagunas tengan pocos nutrientes



HISTORIA DE
ÉXITO 6.4



Polinización

La polinización es uno de los servicios ecosistémicos y de las contribuciones de la naturaleza a las personas proporcionadas por las lagunas que a menudo es ignorada por los gestores. Sin embargo, las partes interesadas señalaron la polinización como un servicio significativo que podrían proporcionar las lagunas en los sitios de demostración de **PONDERFUL**, lo que refleja un aumento en la concienciación sobre este tema. De hecho, varios estudios (por ejemplo, en el Reino Unido, Suecia, Alemania y Suiza) han constatado una mayor abundancia de polinizadores cerca de las lagunas de explotaciones agrícolas, lo que puede repercutir positivamente en la polinización de los cultivos. La abundancia de polinizadores es especialmente alta cuando las lagunas tienen un cinturón de vegetación acuática rico en flores (ver Fig. 13).

La mayoría de especies de abejas y sírfidos (el principal grupo de polinizadores) no se desarrollan en el agua. Por el contrario, utilizan a menudo las lagunas y la vegetación de las orillas para obtener polen y néctar valioso (de las flores), y agua para beber. El mosaico de hábitats que se encuentra en la orilla y las zonas de alrededor también proporciona a muchas especies sitios donde nidificar. Por ejemplo, el suelo desnudo es esencial para muchas especies de abejas solitarias, mientras que la madera muerta y otro material vegetal en descomposición pueden proporcionar hábitats de cría y nidificación para las abejas, avispas, hormigas y sírfidos.

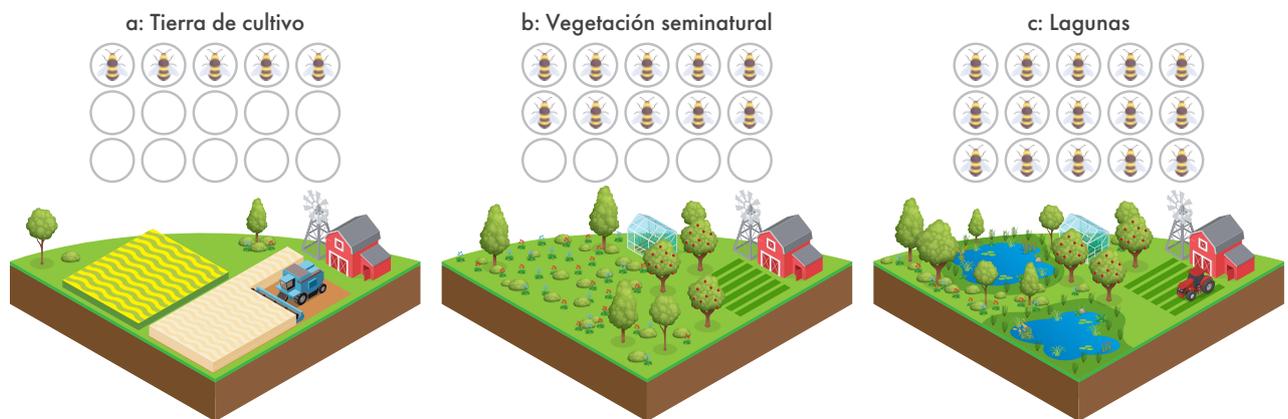


Fig. 13 - En el paisaje agrícola, la zona que rodea una laguna (c) puede potencialmente albergar tres veces más polinizadores (abundancia de abejas y sírfidos) que un campo de cultivo (a). Este hábitat también alberga notablemente más polinizadores que la vegetación terrestre seminatural sin agua estancada (b).



CONSEJOS PARA MEJORAR LA POLINIZACIÓN:

- Potenciar la presencia y diversidad de plantas acuáticas en los márgenes, y cuando sea posible, con especies que florezcan en distintos períodos.
- Mantener un cinturón circundante grande de vegetación rica en flores (por ejemplo, *Mentha* spp., *Lysimachia* spp., *Lotus* spp., *Potentilla* spp., *Galium* spp., *Alisma* spp., *Epilobium* spp., *Lycopus* spp., *Cirsium* spp.).
- Potenciar dentro del paisaje una alta proporción de lagunas de sucesión temprana con dosel abierto. Gestionar y retirar la vegetación leñosa.



LA IMPORTANCIA PARA EL APRENDIZAJE Y LA INSPIRACIÓN, LA SALUD Y EL BIENESTAR HUMANO

(a) Experiencias físicas y psicológicas

En la actualidad se reconoce ampliamente que los entornos naturales, incluidas las aguas dulces, aportan importantes beneficios para la salud y el bienestar de las personas y proporcionan experiencias físicas y psicológicas. Los 'espacios azules' también se han asociado con el alivio del estrés y la ansiedad, y un metaanálisis reciente que cuantificó los impactos en la salud de los espacios azules, concluyó que son comparables con la capacidad de los espacios verdes para mejorar la salud.^[16, 17]

En las encuestas de **PONDERFUL** realizadas a las partes interesadas y la población local (ver sección 3.2), las experiencias físicas y psicológicas asociadas a las lagunas fueron señaladas como el segundo servicio más importante proporcionado por los paisajes de lagunas. Estas experiencias en gran parte se asocian con la biodiversidad y la presencia de agua. Con el cambio climático, sin duda aumentará la relación de las lagunas con estas experiencias, en parte debido al potencial efecto refrescante de los paisajes de lagunas. Muchas actividades están, directa o indirectamente, relacionadas con los paisajes de lagunas. Éstas incluyen la observación de la fauna salvaje, el senderismo, hacer picnic, el ciclismo, la contemplación/relajación, la pesca, la caza, la navegación, la natación, la fotografía de naturaleza y la creación de arte.





◀ Picnics © Beat Oertli

▼ Actividades de ocio como la navegación © Sílvia Martins



Contemplación, contacto con la naturaleza © Freshwater Habitats Trust

(b) Educación e inspiración

Las lagunas son una herramienta valiosa para la educación ambiental, sobre todo cuando forman parte de un paisaje conectado con otros cuerpos de agua. El pequeño tamaño y la accesibilidad (haciéndolas más fáciles de explorar que cuerpos de agua de mayor tamaño) de las lagunas y su alta diversidad de especies (que son fáciles de observar y que presentan una espectacular variedad y singularidad de formas, ecología y características biológicas) las convierte en sistemas muy adecuados para las actividades de educación ambiental.

Además, las características físicas (por ejemplo, la temperatura) y químicas (por ejemplo, los nutrientes y la conductividad) de las lagunas se pueden medir y mostrar a la gente para que aprendan más sobre estos ecosistemas. Las lagunas también tienen un acceso práctico y sencillo para comprender otros temas más complejos (por ejemplo, flujos de carbono, productividad, cadenas tróficas, ciclos de vida, metamorfosis, etc.). Esto implica que las lagunas ofrecen oportunidades de aprendizaje para estudiantes de todas las edades, así como para el público en general. En ambientes urbanos, muchas lagunas se crean con el objetivo de educar e inspirar, especialmente en escuelas, pero también en jardines privados.



CONSEJOS PARA MEJORAR EL VALOR EDUCATIVO:

- Los paneles informativos son herramientas educativas importantes y conocidas. Existen un amplio rango de opciones (por ejemplo, tamaños y diseños diferentes, algunos son interactivos) para adecuarse a todo tipo de audiencias y presupuestos.
- Organizar actividades educativas al aire libre usando las lagunas para promover el contacto cercano con ellas, así como la identificación de plantas y animales, que ayuda a desarrollar una relación con la masa de agua y a entender la riqueza de las lagunas.
- La creación de lagunas en los patios de los colegios, en los jardines públicos urbanos y en granjas pedagógicas proporciona recursos educativos valiosos. Las lagunas y paisajes de lagunas son lugares perfectos donde implicar a la gente en actividades de ciencia ciudadana como inventarios de especies, medidas de la calidad del agua e incluso muestreos de ADN ambiental.



HISTORIAS DE
ÉXITO 6.7





◀ Muchas ONGs organizan con frecuencia eventos en lagunas porque son comunes, están extendidas y son importantes como herramientas de educación. © Freshwater Habitats Trust

▶ Los paneles de información pueden colocarse en torno a los paisajes de lagunas, abordando distintos temas en relación a la biodiversidad y el funcionamiento de estos cuerpos de agua. © Beat Oertli



▶ El público general valora mucho los observatorios de aves. © Freshwater Habitats Trust

EFFECTO DE REFRIGERACIÓN

Las lagunas grandes y las redes de masas de agua densas pueden generar un efecto de refrigeración. Estas lagunas o paisajes de lagunas pueden reducir la temperatura del aire hasta 2 - 3 °C, aunque esto depende de la hora del día ya que el calentamiento se puede observar durante la noche. El beneficio más destacado puede verse cuando la infraestructura azul (incluidas las aguas corrientes) se acopla con la infraestructura verde (por ejemplo, árboles, arbustos, setos, praderas). El efecto de refrigeración puede alcanzar hasta 6 °C de Temperatura Equivalente Fisiológica si el paisaje de lagunas está cubierto de árboles. La matriz azul-verde es particularmente eficiente a la hora de reducir las temperaturas en las ciudades donde esta solución basada en la naturaleza puede mejorar el efecto 'isla de calor'.

Las lagunas de menor tamaño (menos de unos 2500 m²) no tienen un efecto significativo en la temperatura del aire. Sin embargo, sí que producen impactos positivos reconocidos en las personas, creando una sensación de frescor que contribuye a un mejor bienestar. Este impacto psicológico está asociado con el hecho de ver, oír (por ejemplo, fuentes, chorros de agua), tocar o estar cerca del agua (puentes, peldaños). Esto puede conseguirse en cuerpos de agua urbanos pequeños y en estanques ornamentales.

La natación suele darse con más frecuencia en los meses de verano en lagunas naturales grandes. La demanda de nuevas zonas de baño crece rápido y se ha asociado con el aumento de la frecuencia y duración de las olas de calor.



El contacto directo con el agua (por ejemplo, la natación) resulta refrescante. © Adrienne Sordet ▶



◀ La proximidad del agua (por ejemplo, puentes y bancos) proporciona una sensación de frescor que la gente valora especialmente durante las olas de calor. © Beat Oertli



En los paisajes de lagunas más naturales, la presencia de lagunas junto con infraestructuras verdes (por ejemplo, árboles) es particularmente eficiente a la hora de reducir la temperatura del aire. © Markus Spiske



CONSEJOS PARA CONSEGUIR UN EFECTO DE REFRIGERACIÓN:

- La presencia conjunta de lagunas e infraestructuras verdes (árboles cuidadosamente ubicados cerca, pero sin dar sombra a la laguna, especialmente en la cara sur).
- Colocar elementos que acerquen a las personas al agua (por ejemplo, puentes, peldaños, orillas abiertas, plataformas, senderos, bancos).
- Proporcionar instalaciones para la natación.



HISTORIAS DE ÉXITO 6.11







4. Técnicas prácticas para la gestión, restauración y creación de lagunas y paisajes de lagunas para la adaptación al cambio climático

4.1 LOS PRINCIPIOS DE GESTIÓN, RESTAURACIÓN Y CREACIÓN DE LAGUNAS Y PAISAJES DE LAGUNAS

Este capítulo describe cómo planificar y diseñar un programa práctico para la gestión, restauración y creación de lagunas y paisajes de lagunas que nos ayuden a adaptarnos a nuestro cambiante clima y a reducir sus efectos. Estas intervenciones se necesitan para conseguir el máximo beneficio de las lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza. Sin ellas, el valor de las lagunas y paisajes de lagunas disminuirá, reduciendo su capacidad de proporcionarnos servicios que nos ayudan a adaptarnos y a reducir los impactos del cambio climático.

Se proporciona una guía del proceso completo, incluyendo desde el establecimiento de objetivos hasta la creación y gestión de lagunas individuales o de paisajes de lagunas. Este capítulo también incluye nuevos diseños para CLIMA-Ponds creados mediante **PONDERFUL**, que son lagunas específicamente diseñadas para proporcionar beneficios de mitigación y adaptación al clima (ver sección 4.6).

VISIÓN GENERAL DE LOS OBJETIVOS Y PRINCIPIOS CLAVE PARA LA PROVISIÓN DE SOLUCIONES PRÁCTICAS BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LAGUNAS Y PAISAJES DE LAGUNAS

¿Qué son las lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza?

Las lagunas y paisajes de lagunas son soluciones basadas en la naturaleza que proporcionan una serie de beneficios a las personas y la vida salvaje, que incluyen la adaptación al cambio climático y su mitigación. Para que se consideren como soluciones basadas en la naturaleza, las acciones, medidas e intervenciones deben aportar beneficios tanto a las personas como a la naturaleza, incluyendo beneficios económicos.

Las medidas que pueden aplicarse a lagunas y paisajes de lagunas para potenciar su papel como soluciones basadas en la naturaleza se dividen a grandes rasgos en tres categorías:

- **Gestión de las lagunas como soluciones basadas en la naturaleza:** aplicar medidas prácticas a las lagunas o paisajes de lagunas existentes para mantener su función como soluciones basadas en la naturaleza. Esto puede implicar la gestión regular de la vegetación acuática, de las especies invasoras o de la sombra para promover ciertas especies de plantas o animales, o mantener un buen punto de observación para los observadores de la vida salvaje o amantes de la naturaleza. La gestión se debe usar también para ralentizar o revertir el cambio en la sucesión ecológica de las lagunas. La contaminación por nutrientes a menudo acelera el proceso de la sucesión, por lo que se suele necesitar una gestión más frecuente en lagunas contaminadas. En esta guía, la protección de las lagunas de alta calidad existentes se ve como un subconjunto del trabajo de gestión de lagunas. Las medidas para proteger las lagunas incluyen: el otorgamiento del estado de protección (por ejemplo, reserva natural, regional o parque nacional), abordar cuestiones como la contaminación en la cuenca más amplia de la laguna, la creación de zonas de amortiguación alrededor de las lagunas o quitar los desagües que arrastran la escorrentía contaminada de las carreteras. La gestión a nivel de paisaje también incluye la protección de las lagunas de alta calidad existentes.
- **Restauración y ‘resurrección’ de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza:** donde las lagunas hayan perdido su función, o para volver a crear un hábitat para una especie en particular se necesitará una intervención más intensa. Esto podría incluir la limpieza de árboles y matorrales y el dragado de sedimentos acumulados durante mucho tiempo. A esto normalmente se le llama restauración, aunque en realidad la gestión y la restauración son dos extremos de un continuo. La restauración puede también implicar la ‘resurrección’ de lagunas ‘fantasma’, es decir, el restablecimiento de lagunas antiguas que en el pasado se han rellenado deliberadamente.

Obsérvese que hay un solapamiento grande entre la restauración y la gestión, y ambos términos a veces se utilizan indistintamente.

Creación de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza: excavar o construir una laguna nueva en un sitio donde antes no había habido ninguna, introduce esta solución basada en la naturaleza en el paisaje de lagunas. La creación de nuevas lagunas aumenta la cantidad de agua limpia en el paisaje o paisaje de lagunas, aumenta la conectividad del hábitat de agua dulce y revierte los efectos de la pérdida de lagunas.



¿Qué técnica se debe usar para asegurar que las lagunas y los paisajes de lagunas proporcionen una solución basada en la naturaleza: gestión, restauración o creación?

Todos los tipos de intervención – gestión, restauración y creación – son válidos dependiendo de la naturaleza del paisaje de lagunas. Tu proyecto debe enfocarse en gestionar o restaurar las lagunas existentes, o en crear nuevos cuerpos de agua. En muchos paisajes de lagunas habrá que usar las tres aproximaciones, usando la gestión para mantener las lagunas en buen estado, y la restauración para devolver una laguna deteriorada a un estado en el que la gestión pueda mantener los servicios que presta. Las nuevas lagunas, por tanto, aumentan la red y proporcionan servicios que las lagunas existentes no pueden prestar (por ejemplo, amplían la biodiversidad de agua dulce de todo el paisaje; proporcionan hábitat para especies en declive; retienen nutrientes). Recuerda que es la variedad de cuerpos de agua dentro de un paisaje lo que genera múltiples beneficios.

Asegurarse de que presentan la hidrología ‘correcta’ es fundamental para la gestión, restauración y creación de lagunas. En muchos casos esto implica asegurarse de que la hidrología sigue las fluctuaciones estacionales naturales, con los niveles del agua menores en verano favoreciendo una rica comunidad litoral en las lagunas permanentes, secando anualmente las lagunas temporales y ocasionalmente (una vez cada diez años) las semipermanentes. En otras situaciones, el nivel del agua se debe gestionar para proporcionar el servicio ecosistémico, o las contribuciones de la naturaleza a las personas, para las que se ha diseñado la laguna o paisaje de lagunas. Por ejemplo, los estanques para peces y las balsas de interceptación de la contaminación pueden necesitar un drenaje regular completo para eliminar los sedimentos.

Gestión de lagunas y paisajes de lagunas

La gestión de las lagunas es necesaria para poder imitar los procesos naturales de las perturbaciones que se han perdido en grandes zonas del paisaje y para reducir o minimizar los efectos perjudiciales resultantes del uso que se hace de la cuenca de la laguna (por ejemplo, el control de los efectos del enriquecimiento en nutrientes). Una buena gestión puede mantener las lagunas en una etapa concreta de la sucesión para algunas plantas o animales específicos. Esto incluye, por ejemplo:

- Cortar o pastorear de manera regular la vegetación acuática, eliminar las especies invasoras, y si es necesario, eliminar el exceso de materia orgánica y el sedimento.
- Gestionar a nivel del paisaje de lagunas para asegurarse de que la gama de etapas de la sucesión ecológica de las lagunas esté presente en el paisaje.
- Mantener una variedad de hábitats en una sola laguna y evitar el dominio de unas pocas especies vegetales (por ejemplo, *Typha* spp.).
- Para preservar una comunidad vegetal en peligro de extinción en una laguna temporal, mantener el agua limpia mediante la gestión a nivel de cuenca o de paisaje de lagunas.
- Asegurar que los paisajes de lagunas tengan una mezcla de lagunas con y sin peces, para generar así ambientes para aquellas especies que necesitan a los peces o coexisten con ellos, y para aquellas que no toleran la depredación de los peces.
- Mantener las lagunas sin especies exóticas, especialmente en el caso de especies ingenieras del ecosistema, como el cangrejo de río (por ejemplo, *Procambarus clarkii*) o los gusanos tubícolas (por ejemplo, *Ficopomatus enigmaticus*).
- Mantener una laguna por razones puramente estéticas, incluyendo el mantenimiento de un buen mirador para observadores de la fauna salvaje o amantes de la naturaleza.
- Asegurar que la laguna tenga una figura de protección (por ejemplo, reserva natural local, regional o nacional) porque esto muchas veces obliga a establecer un plan de gestión.

A escala de paisaje de lagunas, lo ideal es gestionar la ‘biodiversidad de lagunas’ de manera que se mantengan una serie de tipos diferentes de lagunas en el paisaje (abierta, nueva, pastoreada, arbolada, densamente cubierta de plantas emergentes, temporal, semipermanente, en diferentes etapas de la sucesión ecológica, etc.). Esto es especialmente importante porque las plantas y animales de agua dulce normalmente se ven beneficiados por la presencia de una alta densidad de lagunas y por la disponibilidad de una gama de tipos de lagunas. Todas las lagunas limpias y no contaminadas pueden proporcionar hábitats valiosos para la fauna, incluidas las lagunas con sombra y las sedimentadas, ya que se espera que los distintos tipos de lagunas alberguen diferentes conjuntos de especies y, como tales, contribuyan a la biodiversidad del paisaje de lagunas. La gestión a nivel de paisaje de lagunas incluye también la protección de las lagunas de alta calidad existentes, gestionando, por ejemplo, el ganado para asegurarse densidades de pastoreo adecuadas.





Imagen de una laguna urbana en Porto, Portugal, donde se ven evidencias de gestión. © JT/Charcos com Vida

Las lagunas cuyo objetivo principal no es el mantenimiento de la biodiversidad sino la depuración del agua, el almacenamiento de agua o el bienestar humano, también necesitarán una gestión continuada para mantener sus funciones. Por ejemplo, las lagunas que atrapan sedimentos o nutrientes necesitarán dragados periódicos, y en aquellas lagunas destinadas al baño, se necesita la gestión de la vegetación para mantener el agua despejada.

Restauración

Hay lagunas que aún están físicamente presentes en un paisaje, pero o bien se han secado casi en su totalidad, o han acumulado grandes cantidades de sedimento, se han cubierto de árboles y matorrales o han sido rellenadas a propósito (las llamadas 'lagunas fantasmas'). Algunas otras puede que ya no sigan teniendo su función como solución basada en la naturaleza. Por ejemplo, aunque siga existiendo la cuenca de drenaje de la laguna, el drenaje del terreno, el desvío de la fuente de agua hacia la laguna, la extracción excesiva de agua o la rotura de una presa pueden provocar que la hidrología original (ya sea natural o artificial en el caso de las presas) no se mantenga.

Normalmente la restauración implica acciones más contundentes para eliminar el crecimiento excesivo de plantas leñosas y árboles, especies invasoras o grandes acumulaciones de sedimento que han degradado las funciones de las lagunas, su biodiversidad o los servicios ecosistémicos. También puede implicar la reparación de presas o la eliminación de drenajes. En muchos casos, hay que planificar el uso de maquinaria más pesada, como retroexcavadoras y excavadoras, para usarla en la acción.

La restauración mediante la eliminación de la vegetación leñosa y del sedimento puede favorecer mucho tanto a la biodiversidad acuática como terrestre, en paisajes dominados por lagunas con mucha sombra y cubiertas de matorrales. La 'resurrección de lagunas' volviendo a excavar las llamadas 'lagunas fantasma' puede devolver de manera exitosa lagunas con alta biodiversidad junto con especies raras.

Creación de nuevas lagunas en un paisaje de lagunas

Si hay espacio, casi siempre merece la pena añadir lagunas nuevas al paisaje de lagunas. En zonas urbanas, las nuevas lagunas pueden proporcionar muchos servicios ecosistémicos a las personas y a la vida salvaje. Se pueden crear como parte de los nuevos desarrollos urbanos si se incluyen en la fase de diseño o se construyen en los restantes espacios verdes. En los pueblos y ciudades donde las lagunas originales se han rellenado o se han contaminado, la creación de nuevas lagunas puede frenar parte de esa pérdida.

En las zonas rurales, se estima que en general se han perdido aproximadamente la mitad de las lagunas que había al principio del siglo XX. En algunas regiones rurales, las pérdidas pueden ser mucho mayores, habiendo perdido actualmente el 100% de las lagunas. Añadir nuevas lagunas al paisaje en estas zonas ayudará a restaurar la densidad de lagunas, devolviendo hábitats vitales para la biodiversidad de agua dulce.

Una ventaja fundamental de las nuevas lagunas es que pueden ser diseñadas y situadas de manera específica para proporcionar servicios ecosistémicos particulares. Por ejemplo, para aquellas lagunas donde la biodiversidad es la prioridad, las



nuevas lagunas se pueden situar en zonas donde se garantice el suministro de agua limpia no contaminada para llenarlas, si están situadas en cuencas sin fuentes de contaminación superficial o subterránea. Esta es la mayor ventaja práctica que ofrece la creación de lagunas: para otros hábitats de agua dulce (por ejemplo, ríos, lagos, arroyos) es mucho más difícil crear cuencas que no generen contaminación.

Las lagunas nuevas pueden ayudar a restaurar la conectividad de la fauna acuática y, con un buen diseño y aguas limpias, pueden proporcionar hábitat nuevo para la fauna existente. Además, pueden actuar como sitios receptores para la reintroducción de especies autóctonas. Las lagunas nuevas pueden también situarse precisamente para abordar cuestiones específicas como maximizar el almacenamiento de agua de las inundaciones, interceptar contaminantes o la necesidad de agua para el riego (ver Capítulo 3). De nuevo, en estos casos, un buen diseño y una buena planificación es esencial para asegurarse de que las lagunas nuevas alcancen los objetivos del plan.

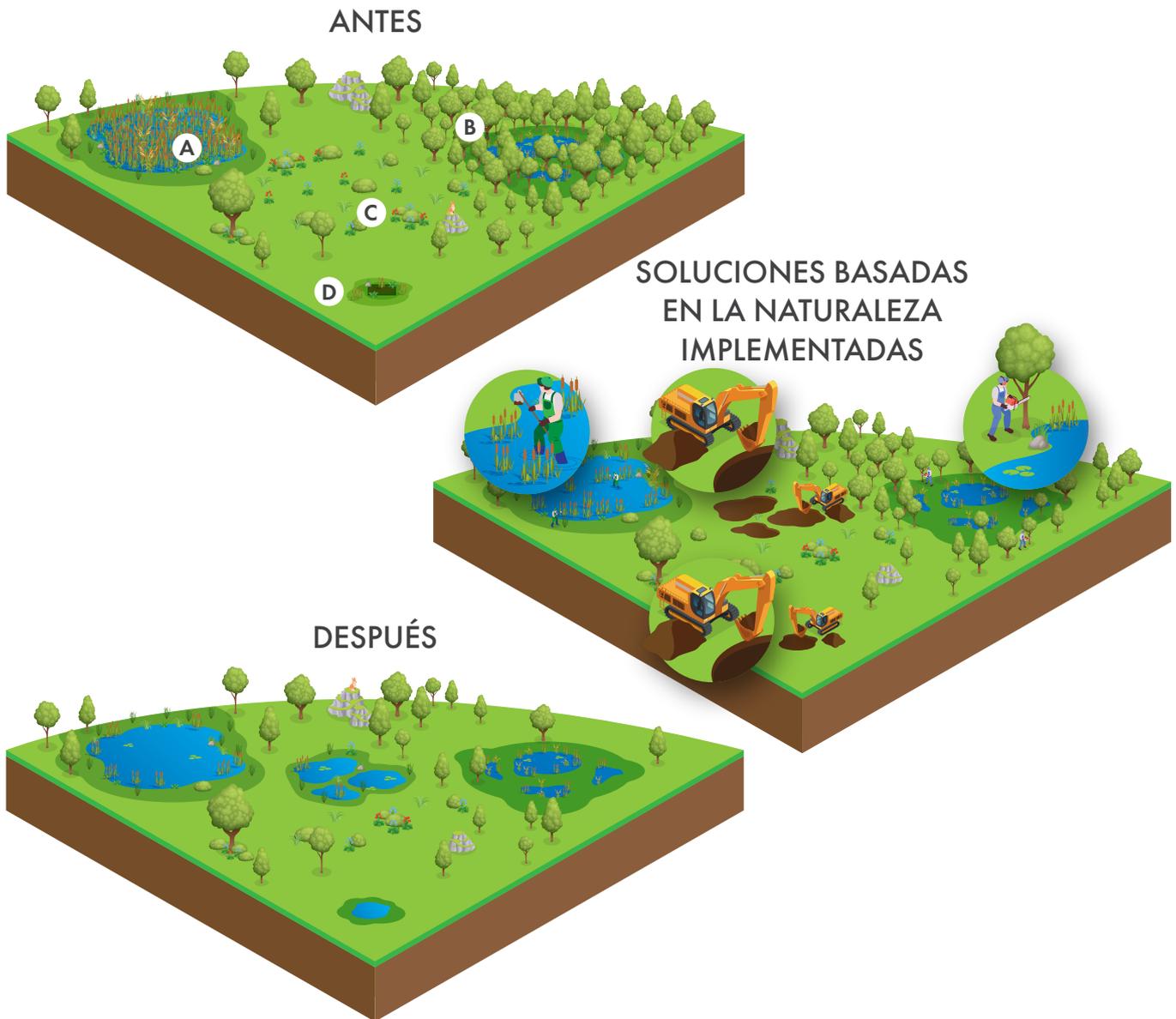


Fig. 14 - Un paisaje de lagunas antes (A – crecimiento excesivo de vegetación acuática, B – crecimiento excesivo de árboles, C – falta de lagunas, D – estanque fantasma o lleno de sedimentos) y después de aplicar soluciones basadas en la naturaleza (NBS).

Comprender el contexto político y social de las lagunas y paisajes de lagunas

Uno de los primeros pasos a la hora de decidir qué soluciones basadas en la naturaleza queremos obtener de las lagunas y paisajes de lagunas es comprender el contexto más amplio. Considerar:

- ¿Cuáles son las características actuales y el valor del paisaje de lagunas y de cada una de ellas? ¿Cómo se ven perjudicadas las lagunas por separado o el paisaje de lagunas en su conjunto?



- ¿Qué tipo de políticas (internacional, nacional, regional o local) podrían contribuir a la gestión, restauración y creación de lagunas?
- ¿Cuál es el nivel de concienciación social o preocupación por el buen estado ecológico (tanto de lagunas concretas como de todo el paisaje de lagunas)?
- ¿Qué posibles fuentes de financiación están disponibles?

Algunas preguntas importantes para empezar a planificar tu proyecto son:

- ¿Cómo se define el paisaje de lagunas (su extensión o límite) y cuántas lagunas hay en el paisaje?
- ¿Cuál es el estado de cada laguna dentro del paisaje en términos biológicos, físico-químicos y de los servicios ecosistémicos proporcionados?
- ¿Existen fuentes o amenazas actuales o futuras de contaminación o degradación?
- ¿Qué contribuciones de la naturaleza a las personas proporciona el paisaje de lagunas o puede proporcionar con una gestión adecuada?
- ¿Cómo usan las personas el paisaje de lagunas y las lagunas de manera individual?
- ¿Cuál es la biodiversidad del paisaje de lagunas y de las lagunas de manera individual? ¿Hay especies amenazadas o especies invasoras en las lagunas?

Dependiendo de los recursos disponibles, algunas de estas preguntas pueden ser difíciles de contestar en detalle. Sin embargo, incluso una evaluación relativamente subjetiva puede definir objetivos. Este proceso es crucial para identificar las medidas necesarias para maximizar los beneficios a las personas y a la vida salvaje.

Aplicación de la jerarquía de mitigación

Esta guía ofrece consejos sobre cómo gestionar, restaurar y crear lagunas y paisajes de lagunas. En los proyectos que dañan o destruyen lagunas y paisajes de lagunas, la información que aquí se ofrece se puede usar para guiar las diferentes etapas de la jerarquía de mitigación que son:

- **Evitar impactos:** el primer paso de la jerarquía de mitigación incluye medidas tomadas para evitar crear impactos desde el principio, tales como una cuidadosa colocación de la infraestructura espacial, o un calendario de construcción pensado para evitar molestias. Algunos ejemplos incluyen la colocación de carreteras fuera de hábitats raros o zonas de reproducción de especies clave. Evitar los posibles impactos negativos es a menudo lo más fácil, barato y efectivo, pero requiere que en las primeras etapas de un proyecto se tenga en cuenta la biodiversidad y otras contribuciones de la naturaleza a las personas proporcionadas por las lagunas.
- **Minimizar impactos:** estas son medidas tomadas para reducir la duración, intensidad y/o extensión de los impactos que no se pueden evitar por completo. Una minimización efectiva puede eliminar algunos impactos negativos, como las medidas para reducir el ruido y la contaminación, o la construcción de pasos para fauna en las carreteras.
- **Restaurar o rehabilitar hábitats afectados por los impactos:** el objetivo de este paso es el de mejorar ecosistemas degradados o eliminados tras la exposición a impactos que no pueden evitarse o minimizarse por completo. La restauración trata de devolver una zona al ecosistema original que estaba presente antes de los impactos, mientras que la rehabilitación solo trata de restaurar las funciones ecológicas básicas y/o los servicios ecosistémicos. Con frecuencia la rehabilitación y restauración se necesitan hacia el final del ciclo de vida de un proyecto, pero puede ser posible en algunas zonas durante el funcionamiento.
- **Compensación:** si las primeras fases no pueden mitigar todos los impactos, hay que compensar cualquier daño residual mediante la creación o restauración de hábitat. Las lagunas y paisajes de lagunas son buenos ejemplos de hábitats que se pueden usar en cualquier sitio para compensar pérdidas. Existen buenas evidencias de la efectividad de esta aproximación.

Existen numerosas fuentes de orientación sobre la jerarquía de mitigación. En lengua inglesa existe un buen punto de partida como es CSBI (2015).^[18]

Definición de objetivos claros y establecimiento de metas

Cuando se planea la gestión, restauración o creación de una laguna o un paisaje de lagunas, la primera pregunta que hay que hacerse es '¿Qué queremos conseguir?'. Es esencial ser claros con los objetivos ya que esto va a determinar los objetivos de los planes de gestión y el diseño de nuevas lagunas. Decide por qué quieres crear o restaurar una laguna o un paisaje de lagunas. ¿Es principalmente para las personas o para la biodiversidad? Por definición, una solución basada en la naturaleza debe resultar beneficiosa tanto para las personas como para la biodiversidad, lo que puede también considerarse a escala de paisaje de lagunas (algunas lagunas se enfocan en la biodiversidad y otras en servicios a los humanos).

Puede que tengas que involucrar a una serie de partes interesadas para tomar esta decisión y establecer los objetivos para tu laguna. Además, implicar a las partes interesadas en las primeras etapas puede evitar problemas (que a veces no se pueden solucionar) en las siguientes etapas. Decidir tus objetivos en una etapa muy primordial te ayudará a priorizar gastos y a evitar trabajo innecesario.



Conocer bien todo el paisaje de lagunas es también crítico para evitar posibles conflictos entre las necesidades de la gente, y la biodiversidad dulceacuícola. Por ejemplo, si un cuerpo de agua alberga un buen hábitat para la fauna, la mejora del acceso de las personas a la laguna para que preste un servicio ecosistémico (como el apoyo al bienestar físico y psicológico) puede entonces perturbar o degradar la laguna. Esto puede incluir la introducción de especies no autóctonas, el pisoteo de hábitats con vegetación de ribera o la perturbación de hábitats por parte de perros. En este caso, a menudo es mejor crear lagunas nuevas para proporcionar un servicio ecosistémico particular, que intentar que todas las lagunas lleven a cabo todas las funciones. Así, un paisaje de lagunas puede proporcionar múltiples beneficios de manera efectiva: por ejemplo, las lagunas construidas pueden contribuir a la regulación de riesgos y a la creación de hábitats de alta calidad, mientras que las lagunas ya existentes se pueden usar para preservar la biodiversidad y proporcionar oportunidades para el aprendizaje y la inspiración.

Una parte crucial a la hora de definir los objetivos de los paisajes de lagunas que contemplan la creación de una laguna nueva es asegurarse de que hay agua disponible de una calidad adecuada. En muchos paisajes de lagunas, la contaminación de las fuentes de agua obliga a una evaluación cuidadosa y a elegir la fuente de entrada del agua entre las aguas subterráneas, superficiales o acequias.



En esta laguna de una reserva natural en el sur de Inglaterra, los perros y sus dueños tenían acceso solo al lado derecho de la laguna y quedaban excluidos del lado izquierdo por una valla. La diferencia es notable. © Jeremy Biggs

Se pueden crear o restaurar lagunas como soluciones basadas en la naturaleza, pero ninguna laguna puede proporcionar todos los beneficios y algunos objetivos pueden ser incluso incompatibles. Por ejemplo, una misma laguna puede ser capaz de interceptar nutrientes y ser, a su vez, un buen hábitat para plantas que necesitan o toleran niveles altos de nutrientes. Sin embargo, si es conveniente tener peces en una laguna, ésta no puede a su vez aumentar el tamaño de la población tanto de *Triturus cristatus* como de *Bufo bufo* ya que los primeros normalmente necesitan ausencia de depredación, mientras que los últimos, toleran la presencia de peces. Por eso, a nivel de paisaje de lagunas, si se asignan papeles diferentes a las distintas lagunas es mucho más fácil alcanzar múltiples objetivos.

También es útil tener en cuenta la relación de las lagunas dentro del paisaje con otras masas de agua dulce o con la fauna terrestre (incluida la fauna silvestre y la de caza). Las lagunas pueden ayudar a mantener el valor biológico de otras masas de agua dulce de muchas maneras, incluso proporcionando:

- Hábitats de cría y de refugio para peces en las llanuras de inundación de los ríos
- Refugio para los topillos acuáticos que viven en el lago bajo la presión depredadora del visón americano no autóctono, con topillos acuáticos que sobreviven en el paisaje en lagunas cercanas al lago^[19].
- Hábitats de cría extra para anfibios que necesitan lagunas de alta calidad en paisajes que presentan lagunas deterioradas o contaminadas^[20].
- Zonas donde las libélulas pueden criar en lagunas mantenidas o creadas en turberas que se encuentran en zonas elevadas.
- Zonas de aguas tranquilas y lentas en los sistemas de humedales fluviales o arroyos que diversifican la biota del corredor fluvial.

El gráfico de ayuda a la decisión (Fig. 15) se puede usar para planificar el proceso de gestión de un paisaje de lagunas, y se diseña para ayudar a los gestores a implementar soluciones basadas en la naturaleza a escala de paisaje de lagunas y organizar un plan de gestión también a esta escala. A modo conceptual el objetivo es: (i) definir el papel de las lagunas existentes en el paisaje a la hora de proveer los diferentes servicios ecosistémicos o contribuciones de la naturaleza a las personas, (ii) evaluar el riesgo de cualquier impacto que pudiera generar la gestión para proporcionar o modificar estos servicios y (iii) determinar si se deberían añadir lagunas nuevas al paisaje de lagunas para proveer nuevos servicios ecosistémicos.



El gráfico de ayuda a la decisión (Fig. 15) se puede usar para planificar el proceso de gestión de un paisaje de lagunas, y se diseñó para ayudar a los gestores a implementar soluciones basadas en la naturaleza a escala de paisaje de lagunas y organizar un plan de gestión también a esta escala. A modo conceptual el objetivo es: (i) definir el papel de las lagunas existentes en el paisaje a la hora de proveer los diferentes servicios ecosistémicos o contribuciones de la naturaleza a las personas, (ii) evaluar el riesgo de cualquier impacto que pudiera generar la gestión para proporcionar o modificar estos servicios y (iii) determinar si se deberían añadir lagunas nuevas al paisaje de lagunas para proveer nuevos servicios ecosistémicos.

Las etapas del desarrollo del plan de gestión del paisaje de lagunas comprenden:

- Identificar la extensión del paisaje de lagunas y la definición de sus objetivos
- Identificar las lagunas individuales existentes y evaluar la condición ecológica (biodiversidad y físico-química, funcionamiento y deterioro) de cada una de ellas
- Identificar las amenazas que pueden tener y las contribuciones de la naturaleza a las personas de las lagunas
- Evaluar el servicio ecosistémico o la contribución de la naturaleza a las personas que cada laguna del paisaje de lagunas debe aportar
- Evaluar la necesidad o las oportunidades de las nuevas lagunas
- Evaluar el riesgo del proceso de gestión o restauración para asegurar que los servicios ecosistémicos o contribuciones de la naturaleza a las personas existentes no disminuyan
- Gestionar, restaurar, crear o proteger lagunas.

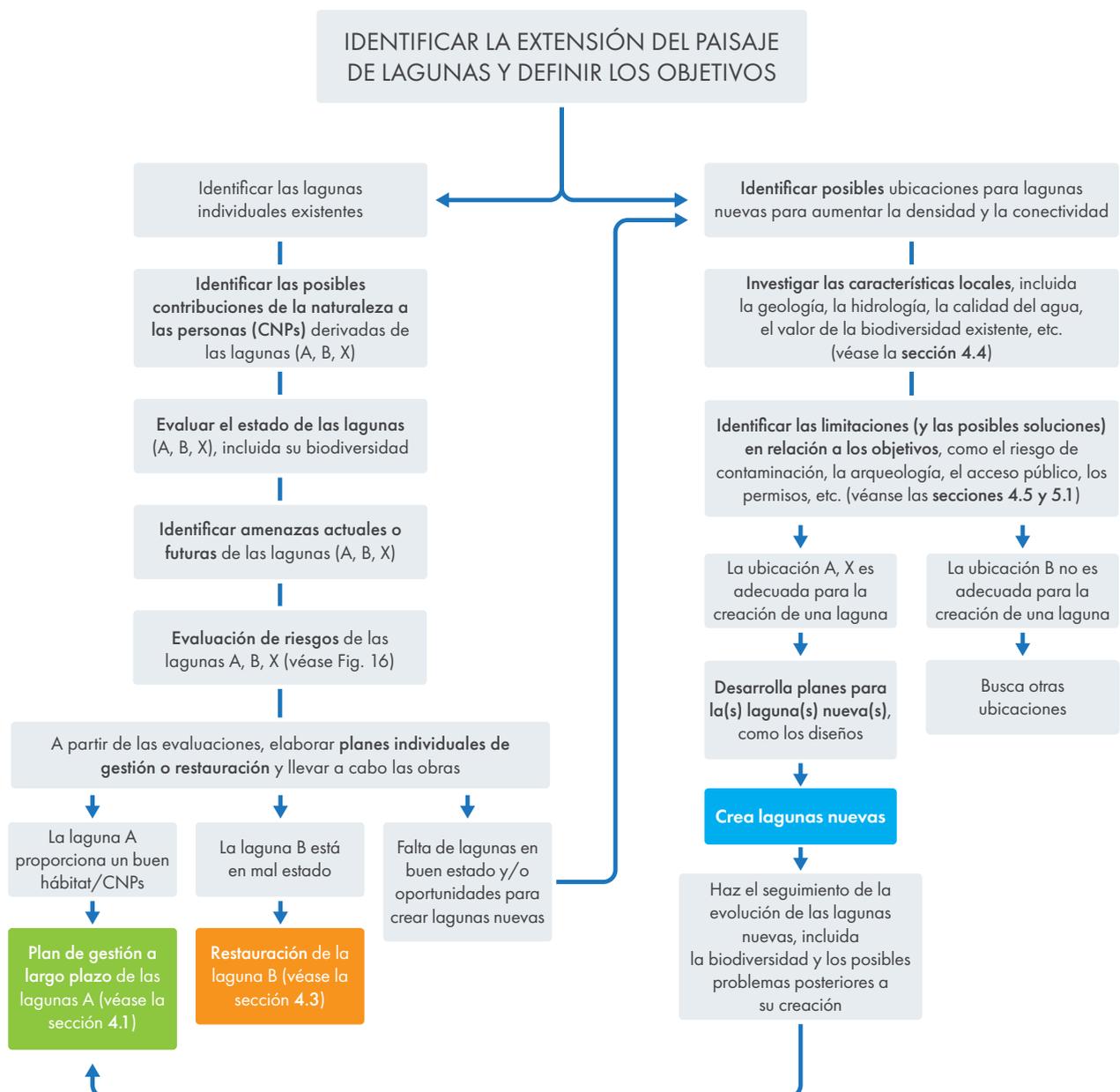


Fig. 15 - Diagrama de flujo de la toma de decisiones de un paisaje de lagunas



EVALUACIÓN DE RIESGOS DE GESTIÓN DE LAGUNAS

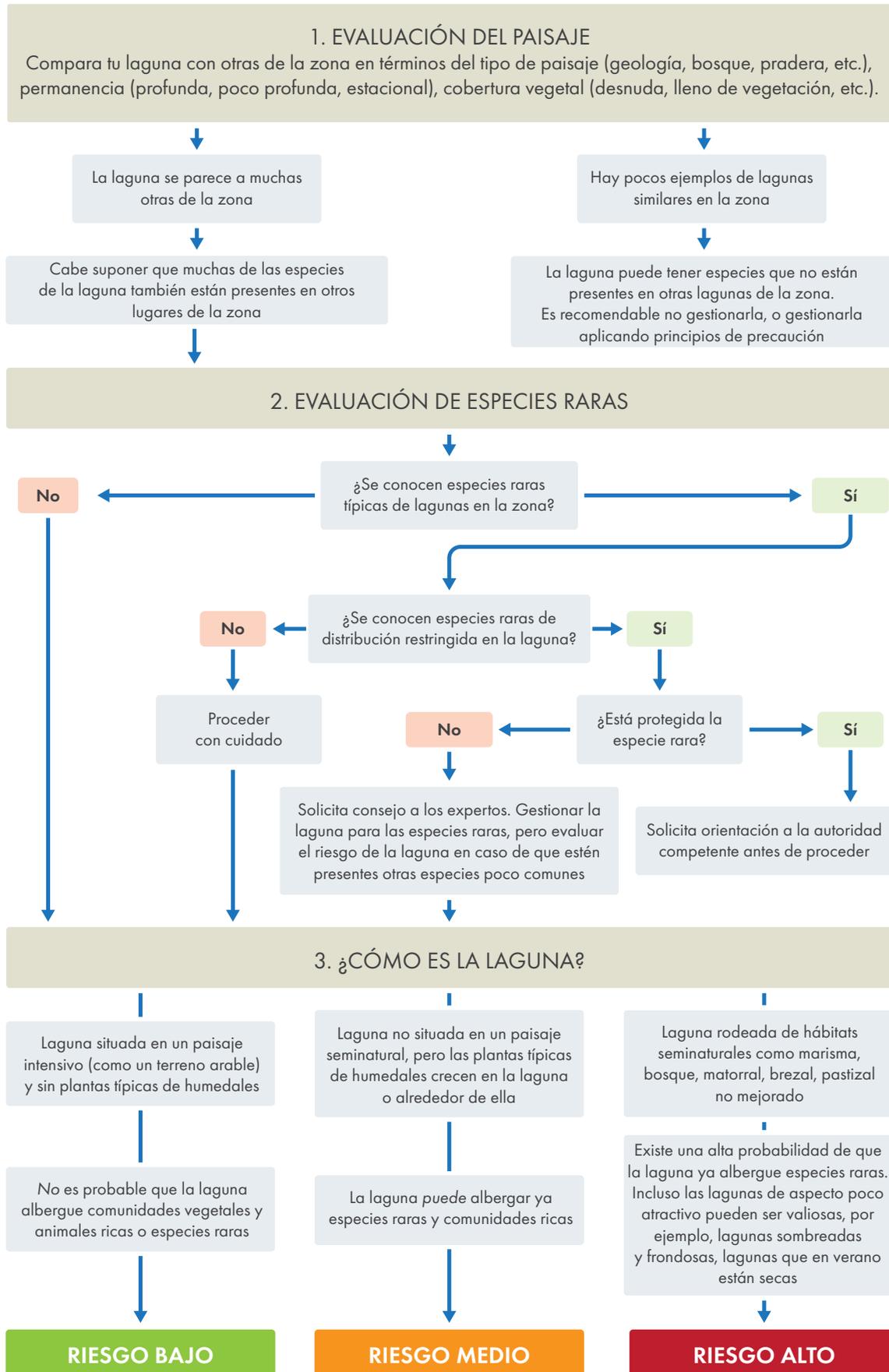


Fig. 16 - Diagrama de flujo de la evaluación de riesgos para lagunas (adaptado a partir de The Pond Book, Freshwater Habitats Trust)



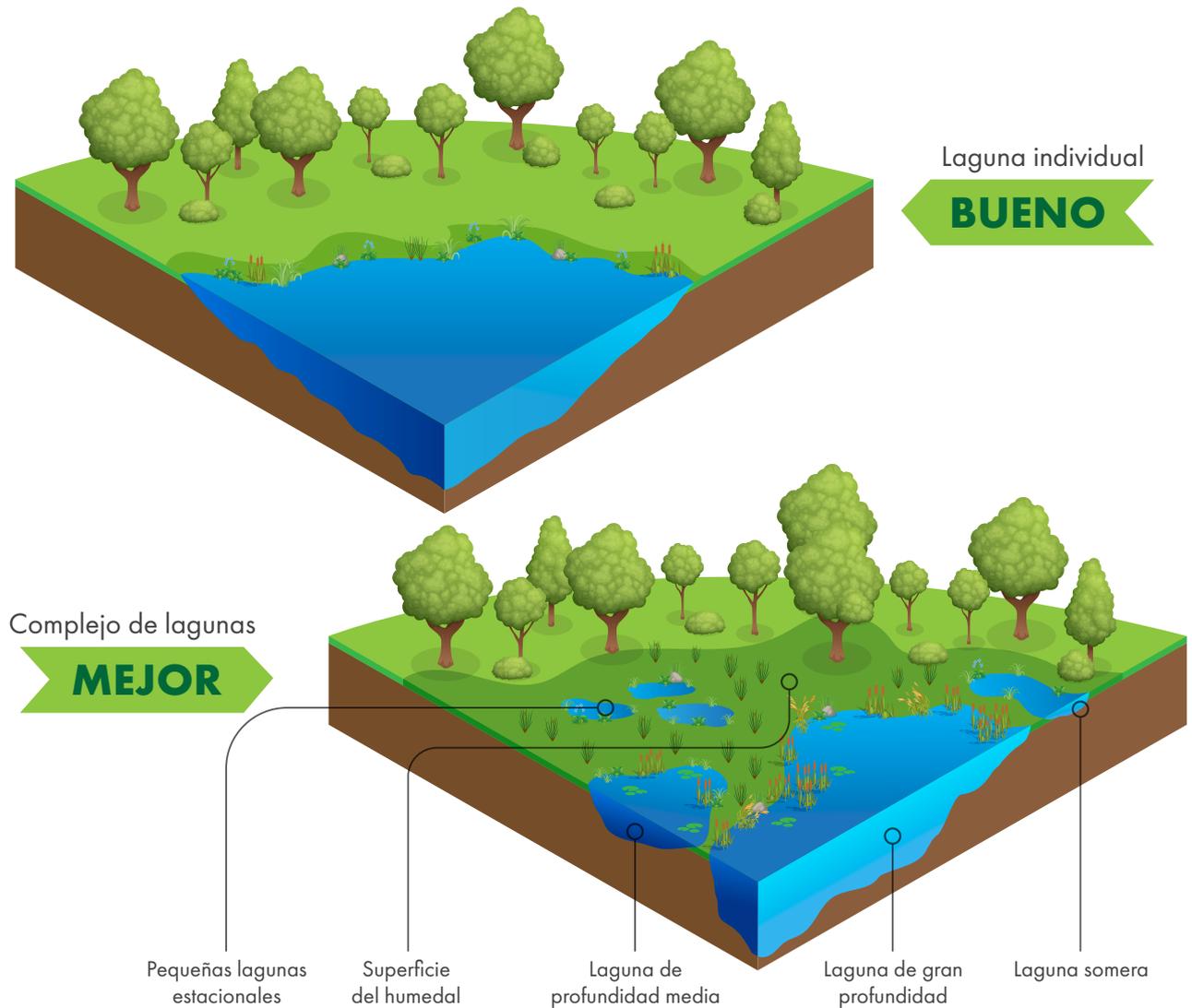


Fig. 17 - Construir una sola laguna nueva con agua limpia es bueno para la biodiversidad de agua dulce; pero construir un complejo de lagunas es mejor.

El **establecer metas** para tu laguna o tu paisaje de lagunas puede ayudar a medir tu éxito a la hora de alcanzar tus objetivos. Las metas podrían incluir:

- Restaurar la mitad de las lagunas de un paisaje de lagunas.
- Crear lagunas para doblar el número de ellas sin contaminar en el paisaje de lagunas para mejorar la red de hábitats de agua dulce y regular la calidad del agua.
- Asegurar que todas las lagunas del paisaje sean gestionadas durante un período de más de 10 años, incluyendo la definición de las acciones que se llevarán a cabo en cada laguna.
- Promover que una especie en particular sea la que colonice tu laguna o paisaje de lagunas.
- Eliminar o reducir una especie invasora de tu paisaje de lagunas.
- Apoyar o cumplir una determinada política o iniciativa en tu zona (por ejemplo, metas para aumentar el rango de especies de la Directiva Hábitats). Esto puede ser particularmente importante para recibir financiación para tu proyecto.
- Gestionar o restaurar la mitad de las lagunas del paisaje para proporcionar nuevas fuentes de polinización.
- Gestionar todas las lagunas del paisaje para reducir los riesgos climáticos (por ejemplo, aumentar el secuestro de carbono, reducir emisiones).
- Establecer una red de lagunas que intercepten el agua de las crecidas en cada vía de flujo dentro del paisaje.
- Atraer a tu paisaje de lagunas un cierto número de visitantes o grupos particulares (por ejemplo, personas con discapacidad) o a determinadas poblaciones (por ejemplo, grupos culturales minoritarios).
- Facilitar instalaciones que permitan la interacción física directa con las lagunas (por ejemplo, la natación).
- Facilitar recursos educativos para facilitar la comprensión del paisaje de lagunas como herramienta de aprendizaje e inspiración.
- Trabajar con los gestores del territorio y los agricultores para continuar con la gestión tradicional y explotación de las lagunas para apoyar las identidades culturales.



Asegúrate de tener acceso a los expertos pertinentes a la hora de fijar los objetivos. Esto podría incluir el trabajar con una serie de asesores. Por ejemplo, un ecólogo local puede aconsejar sobre la idoneidad de tu sitio para una especie en particular, aunque es posible que necesites a un ingeniero si planeas crear lagunas con presas o sistemas de gestión del agua con un sistema complejo de compuertas. Decide un período de tiempo para alcanzar tus metas. Es posible que quieras alcanzar algunas metas en los primeros meses, mientras que otras podrían tener relación con planes futuros para el paisaje de lagunas, como la creación de más lagunas en fases.

CONCEPTOS CLAVE PARA EL DISEÑO Y LA GESTIÓN DE LAGUNAS Y PAISAJES DE LAGUNAS

La cuenca de la laguna

Todas las masas de agua tienen cuencas superficiales, también llamadas cuencas hidrográficas. Se trata del terreno alrededor de una laguna que desagua en ella. En aquellas lagunas alimentadas por arroyos o acequias, la cuenca incluye también las cuencas de dichos arroyos y acequias. Las lagunas normalmente tienen cuencas bastante pequeñas, de unas decenas de hectáreas, pero a veces de unos pocos cientos de metros cuadrados. Por el contrario, los grandes lagos pueden tener cuencas de cientos o miles de kilómetros cuadrados. Hay que tener en cuenta que puede ser difícil definir el área de la cuenca de lagunas alimentadas por agua subterránea.

Identificar la cuenca de la laguna y su uso del suelo es crítico a la hora de desarrollar planes para lagunas ya que determina la hidrología de la laguna y la calidad del agua. Por ejemplo, las lagunas que reciben agua de terrenos agrícolas explotados intensivamente tienden a estar contaminados por sedimentos, nutrientes y pesticidas. De manera similar, si una laguna es alimentada por un arroyo que recibe agua de fosas sépticas o de lagunas que acumulan residuos animales más arriba en la cuenca, la calidad del agua en esa laguna estará afectada por la contaminación. Al diseñar una laguna nueva alimentada por agua superficial sobre un sustrato arcilloso, la cuenca de la laguna debe ser lo suficientemente grande para que se llene y retenga agua durante el tiempo suficiente para funcionar adecuadamente y alcanzar los objetivos del proyecto.

Conocer la extensión de la cuenca de una laguna también respalda la toma de decisiones a nivel de paisaje de lagunas y ayuda a priorizar los recursos. Por ejemplo, la restauración de una laguna o las medidas de gestión para la fauna se aplican mejor a las lagunas en las que las fuentes de contaminación pueden eliminarse o controlarse para maximizar los beneficios para la fauna acuática. Hay que tener en cuenta que las lagunas contaminadas podrían ser útiles para las especies terrestres, pero la contaminación probablemente causará problemas de gestión.



© Freshwater Habitats Trust



A pesar de que las cuencas de las lagunas suelen ser pequeñas, definir su extensión puede ser difícil. El uso de herramientas adecuadas para lagos o ríos (por ejemplo, SIG) debe ser complementado con una aproximación de campo que permita identificar las microestructuras que desvían la escorrentía hacia la cuenca o fuera de ella (por ejemplo, presas, caminos, talud, acumulación de material, etc.). Esta etapa de trabajo de campo es mejor llevarla a cabo tras las lluvias intensas ya que se podrá observar la escorrentía superficial.



Fig. 18 - Comprender la cuenca de la laguna es importante para determinar la ubicación y el diseño de nuevas lagunas y para entender de dónde puede provenir la contaminación del agua.

Agua limpia

Se considera agua limpia aquella que presenta unas características químicas y biológicas que serían normales en una zona sin impactos humanos significativos. Es equivalente a calidad 'alta' en la Directiva Marco del Agua de la UE y calidad 'buena' en el sistema PSYM* del Reino Unido para evaluar la calidad de las lagunas y pequeños lagos (ver Sección 4.2). Se llama a veces 'origen natural', 'mínimamente deteriorado' o 'estado de referencia'.

Por desgracia, en todo el mundo el agua limpia es hoy escasa en muchos paisajes con gestión intensiva o urbanizados. Por ejemplo, en Londres (Reino Unido), el 97% de las aguas corrientes (arroyos y ríos) y el 55% de las aguas estancadas (lagunas y lagos) estaban contaminadas por nutrientes.^[21] En el proyecto **PONDERFUL**, en el cual las lagunas se encuentran principalmente en paisajes agrícolas, solo el 25% de las lagunas presentaba niveles de nutrientes que cumpliera el criterio de aguas limpias. A la larga, una evaluación correcta de los niveles de contaminación requiere hacer análisis de los contaminantes en el laboratorio. Sin embargo, se han desarrollado recientemente técnicas rápidas para hacer evaluaciones preliminares del nivel de contaminación en las lagunas que pueden facilitar la evaluación de la contaminación.

El agua limpia es fundamental para las plantas y animales acuáticos sensibles, y es una de las características más importantes de cualquier proyecto de paisaje de lagunas o laguna enfocado en la biodiversidad y en las personas. El agua contaminada es inadecuada para las lagunas destinadas al baño público y puede también fomentar la proliferación de las algas verdeazuladas o filamentosas. También se pueden producir problemas de salud y de seguridad debido a bacterias y virus originados por la contaminación orgánica causada por los vertidos de aguas residuales o residuos de la ganadería.

* Desarrollado por el socio de **PONDERFUL** Freshwater Habitats Trust, PSYM proporciona una evaluación de la calidad ecológica de una laguna en comparación con otras lagunas a nivel nacional. Requiere información ambiental básica como el pH y la identificación de las especies de plantas y/o de las familias de invertebrados.





Lagunas de aguas limpias © Jeremy Biggs

El agua limpia peligrará en lagunas que están específicamente diseñadas para reducir la contaminación o gestionar las inundaciones en zonas de agricultura intensiva o en zonas urbanas. Las lagunas de tratamiento proporcionarán hábitat solo para aquellas especies que no sean sensibles a la contaminación, y su diversidad disminuirá en comparación con las lagunas de aguas limpias del mismo paisaje de lagunas. El sitio de demostración de **PONDERFUL** llamado "Agricultura respetuosa con el agua" ha evidenciado que las lagunas que proporcionan soluciones basadas en la naturaleza para la contaminación y la retención de agua contribuyen sustancialmente menos a la biodiversidad acuática a escala de paisaje que las lagunas no contaminadas; además albergan tres veces menos especies poco comunes y sensibles.

En las lagunas de los parques urbanos o de los pueblos, la gente suele disfrutar dando de comer a las aves silvestres o a los peces. Sin embargo, la combinación de un suministro de agua contaminada procedente del entorno urbanizado, el aporte de nutrientes de los alimentos y las densas poblaciones de patos y peces alimentados artificialmente hacen que la calidad del agua suela ser mala. Además, las heces de los perros, salvo que sean recogidas por los dueños, pueden acabar llegando a las lagunas de estos lugares por la escorrentía. En estas situaciones, las comunidades de plantas y animales acuáticos son siempre pobres en especies y pueden producirse proliferaciones algales[†].

A pesar de que estas lagunas están biológicamente degradadas, mucha gente de todas las edades disfruta dando de comer y viendo a los peces y patos en las charcas urbanas, ayudando a crear conexiones beneficiosas entre las personas y la naturaleza. Aunque este tipo de uso pueda ser soportado por un pequeño número de masas de agua, recomendamos encarecidamente fomentar un mejor conocimiento de la riqueza natural de las lagunas, y educar a la gente para que pueda disfrutar del ambiente más natural proporcionado por las lagunas no contaminadas. Así, podrán empezar a descubrir algunos de los secretos escondidos de la biodiversidad de las lagunas naturales y de aguas limpias, como las danzas de apareamiento de los tritones, la lucha coral de las ranas, y el comportamiento de libélulas y caballitos del diablo a la hora de poner los huevos.

Las campañas de información y los anuncios pueden ayudar a la gente a comprender que alimentar a los peces y patos no es la mejor solución para la gestión de las lagunas ya que provoca su contaminación y reduce la calidad biológica. Esto significa que, como laguna individual, no logra alcanzar el objetivo básico como solución basada en la naturaleza: mejorar la naturaleza. Sin embargo, a escala de paisaje de lagunas, estos posibles conflictos entre la biodiversidad, el aprendizaje y las experiencias psicológicas pueden resolverse fácilmente teniendo diferentes tipos de lagunas en zonas diferentes, y un buen compromiso con el público.

[†] Aunque las lagunas contaminadas por nutrientes pueden ser malas para las plantas vasculares y tener comunidades de invertebrados poco diversas, existen evidencias de que pueden albergar comunidades algales diversas.



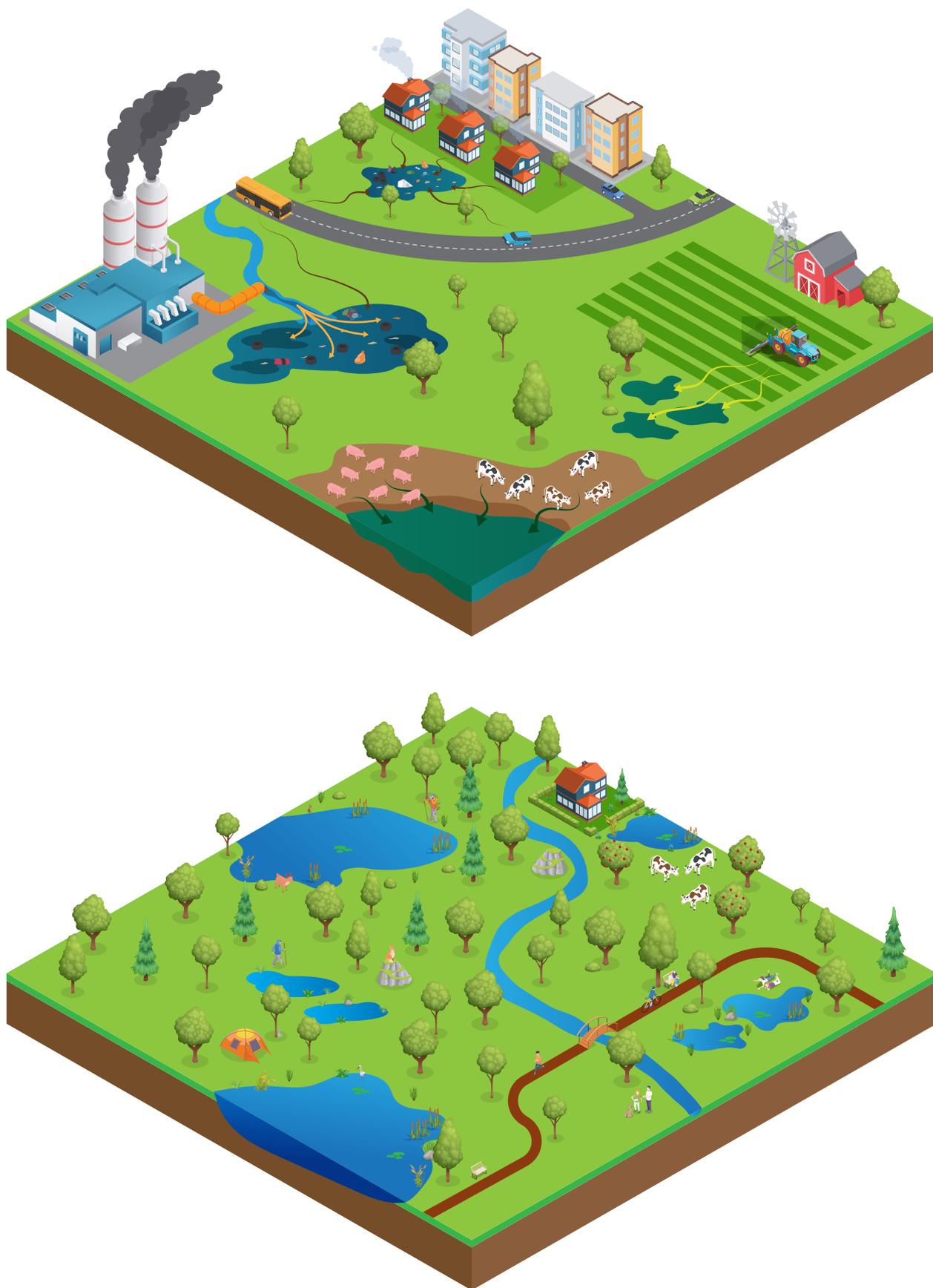


Fig. 19 - El agua que drena las zonas urbanas o las tierras cultivadas intensivamente tiende a estar contaminada. Las lagunas que se encuentran en paisajes con un uso menos intensivo (bosques, prados sin fertilizar, berzales) normalmente presentan buena calidad del agua.



El conocimiento de la hidrología y de las fuentes de agua de las lagunas nuevas o de las existentes es crítico para el desarrollo de planes prácticos de gestión y creación. Existen numerosas fuentes de agua para las lagunas:

- **Agua de lluvia:** Incluye tanto el agua de lluvia que cae directamente a la laguna como la recogida de aguas pluviales, que puede ser una fuente importante de agua en lagunas urbanas, por ejemplo, recoger, almacenar y dirigir el agua que cae en los tejados. Normalmente el agua de lluvia es una fuente de agua limpia comparada con el agua superficial o subterránea, aunque no está completamente exenta de contaminantes y puede ser una fuente de nitrógeno significativa.
- **Agua superficial:** Las lagunas que se encuentran sobre una geología arcillosa o que tienen un revestimiento impermeable, sin entradas ni salidas, se alimentan del agua de lluvia que drena de su cuenca. Si la laguna está rodeada por un uso del suelo seminatural, entonces esta agua estará 'limpia' (ver Recuadro 2), reflejando la química natural del agua, como los diferentes tipos de materia orgánica (partículas gruesas, finas y disueltas) que drenan procedentes de la cuenca de la laguna. Si hay fuentes de contaminación en la cuenca (por ejemplo, nutrientes, pesticidas, microcontaminantes), es probable que se degrade la calidad del agua de la laguna. Dependiendo de la topografía del paisaje de lagunas y de los servicios requeridos por parte de la laguna (biodiversidad, tratamiento del agua, retención de flujo de agua), se pueden excavar acequias o zanjas para dirigir la escorrentía superficial hacia las lagunas, reduciendo así el riesgo de que pase a otras zonas o se acumule en ellas. En el caso de las aguas contaminadas, se pueden usar riberas, diques y zanjas para dirigir el agua contaminada lejos de las lagunas destinadas a la biodiversidad, o hacia aquellas destinadas a tratar la contaminación.
- **Agua subterránea:** Las lagunas situadas en zonas donde el nivel freático está alto, con una geología de arenas, gravas o turba, suelen alimentarse de aguas subterráneas. El agua subterránea está normalmente más limpia y menos contaminada que el agua superficial, incluso en aquellas zonas donde el uso del suelo es intensivo, ya que ésta se filtra y pasa a través de las rocas. En algunos sitios, la contaminación por nitrógeno se puede eliminar también del agua subterránea mediante el proceso de desnitrificación según fluye el agua a través de las gravas y arenas. Pero no todo el agua subterránea está limpia: por ejemplo, en las llanuras de inundación de los ríos contaminados o en acuíferos poco profundos bajo tierras de cultivo intensivo, el agua subterránea puede estar contaminada. Los sondeos permiten determinar a qué profundidad se encuentra el nivel freático, pero la presencia de vegetación acuática como los juncos, o la frecuente acumulación de charcos en algunas partes del terreno, pueden ser buenos indicadores de dónde es probable encontrar agua subterránea. Hay que tener en cuenta que los niveles del agua subterránea variarán según los patrones estacionales y los patrones de lluvias, y pueden verse muy afectados por escenarios de cambio climático.
- **Arroyos, acequias o manantiales:** Las lagunas que se llenan de agua procedente de ríos, arroyos y acequias se verán afectadas por la calidad del agua de estas fuentes y de sus cuencas, y pueden llenarse rápidamente de sedimentos. El agua de estas fuentes estará normalmente contaminada, a menos que el uso del suelo en las cuencas sea de baja intensidad o las cuencas estén formadas por hábitats casi naturales (por ejemplo, bosques autóctonos, prados seminaturales gestionados de manera tradicional, brezales), por lo que es aconsejable no construir lagunas que utilicen estas fuentes de agua (a no ser que la meta principal de la laguna sea la depuración de agua). Si están disponibles, los manantiales y fuentes **no contaminados** pueden ser excelentes recursos hídricos, proporcionando un flujo de agua continuo y permitiendo la construcción de lagunas sin revestimiento impermeable. En algunos casos en que las lagunas tienen niveles **más altos** de nutrientes o de contaminantes que los arroyos afluentes, la calidad del agua de la laguna puede mejorar por las entradas procedentes del arroyo, incluso si ésta está contaminada. En estos casos, los arroyos pueden diluir y exportar contaminantes procedentes de la laguna.
- **El mar:** En algunas localizaciones costeras, el agua salobre llena las lagunas cercanas a la orilla. Las lagunas se pueden llenar con agua de mar, tanto por aportes superficiales de las tormentas marinas como a través de fuentes subterráneas que fluyen a través de la arena de la playa. Las lagunas salobres tienen una fauna muy especializada, que incluye especies en peligro de extinción.
- **Sustratos:** Las lagunas se encuentran normalmente sobre sustratos que tienen una baja porosidad (arcilla, depósitos aluviales) o que retienen agua subterránea (arenas, caliza, turba). Los sustratos sobre los que se sitúa una laguna determinarán su hidrología, y conocerlos será importante para gestionar la calidad del agua y los niveles del agua. Es mucho más fácil crear lagunas nuevas sobre sustratos impermeables o en estratos rocosos que contienen agua subterránea. Las lagunas pueden crearse en sustratos permeables colocando revestimientos artificiales, aunque éstos son muy costosos y tienen una vida útil limitada. Para valorar la idoneidad del sustrato para retener agua:
 - Examinar inicialmente los mapas geológicos y revisar las lagunas existentes en el paisaje de lagunas; hay que tener en cuenta que los mapas geológicos a menudo no son lo suficientemente detallados describiendo la variación a pequeña escala de la geología necesaria para identificar posibles localizaciones para las lagunas.
 - Comprobar cualquier fuente de información local sobre la hidrología del paisaje de lagunas (como los pozos mantenidos por los organismos de gestión del agua); aunque fueran diseñados para el control de masas de agua de gran tamaño, pueden proporcionar información útil para la gestión de las lagunas.
 - Crear 'catas' para analizar los sustratos y determinar si hay presente agua subterránea; la información geológica se obtiene al inspeccionar las catas. Para valorar la hidrología, y en particular, las variaciones estacionales de los niveles freáticos, puede ser necesario observar las catas durante 1-2 años.



- Como alternativa, se puede contratar a especialistas con equipos de perforación especializados para crear un “registro” geológico del sustrato y de la geología cercana a la superficie, e instalar pozos de inmersión hidrológicos para un seguimiento más a largo plazo.
- Suele ser útil evaluar si el paisaje de lagunas ha sido drenado; el drenaje de los campos se suele llevar a cabo en las regiones agrícolas y puede no resultar muy evidente.

A escala de paisaje, pueden existir lagunas cercanas entre sí o incluso en un mismo lugar con fuentes de agua muy diferentes que dependen de la geología local.



Fig. 20 - Las lagunas pueden tener varias fuentes de agua diferentes, incluidas las aguas subterráneas (A), las aguas superficiales (B) y las cuencas fluviales (C). La recolección de agua de lluvia (D) también se puede utilizar en contextos urbanos.

CONSIDERACIONES PARA LA GESTIÓN A LARGO PLAZO

En cualquier proyecto de laguna, es importante pensar al comienzo del desarrollo del proyecto en la gestión a largo plazo de las lagunas una vez iniciado el trabajo, ya sea de gestión, restauración o creación. Con una buena planificación es posible hacer más fácil la futura gestión y reducir la frecuencia de las intervenciones futuras. A la hora de planificar la gestión a largo plazo, tanto de las lagunas existentes como de las nuevas, es clave considerar el uso del suelo de las zonas de alrededor (Tabla 3).

También es importante tener en cuenta los escenarios de cambio climático a la hora de considerar cuáles son las mejores medidas que hay que aplicar a lagunas y paisajes de lagunas. Por ejemplo, en las regiones áridas, pueden necesitarse intervenciones mayores para mantener la funcionalidad de las lagunas (como, por ejemplo, la profundización o eliminación del drenaje agrícola para restaurar la hidrología de la laguna).



Tabla 3 - Gestión de lagunas: procedimientos clave



LAGUNAS EN PAISAJES NATURALES/SEMINATURALES CON PASTOREO (GANADO DOMÉSTICO O CIERVOS)

- El pastoreo de baja intensidad proporciona la gestión óptima para muchas lagunas existentes y nuevas, y elimina la necesidad del mantenimiento manual.
- Si las orillas de la laguna son empinadas, considera vallarlas para protegerla de las personas y del ganado.
- Considera el vallado si la densidad del ganado o la perturbación es alta. El vallado de las lagunas y la colocación de una puerta permiten controlar la intensidad y el ritmo del pastoreo.
- Llevar a cabo un control regular de los matorrales alrededor de las lagunas valladas.
- Considerar el vallado compensado o parcial para que algunas partes de la laguna queden abiertas al pastoreo y otras sólo cuando los niveles del agua sean altos. Esto además puede ser beneficioso para diversificar la presión del pastoreo.
- Cuando la topografía es favorable (por ejemplo, en zonas montañosas), pueden instalarse bebederos para controlar la frecuencia de las visitas del ganado.



LAGUNAS EN PAISAJES AGRÍCOLAS DE CULTIVOS INTENSIVOS

- Minimizar la exposición de las lagunas a las prácticas agrícolas modernas (terreno arable, producción intensiva de pastos).
- Especies sensibles a la contaminación, como ciertas plantas acuáticas sensibles a los nutrientes, y algunos anfibios y libélulas, no suelen sobrevivir en estas zonas, aunque persisten especies tolerantes.
- Considerar crear lagunas en bloques de tierra en el paisaje de lagunas que estén permanentemente alejados de cultivos que utilicen agroquímicos.
- Recordar que las tierras de cultivo suelen rotar entre pastoreo y cultivos. Asegúrate de entender los patrones de rotación de cultivo, y qué agroquímicos se usan, antes de planificar un proyecto de laguna en terreno agrícola.
- Estar preparado para una mayor gestión, o una restauración más frecuente de las lagunas, en una cuenca que utiliza labranza, fertilizantes y pesticidas. Estas lagunas es probable que se contaminen, por lo que la vegetación acuática crecerá más vigorosa y las lagunas se colmatarán más rápido.
- Crear zonas de amortiguación alrededor de las lagunas lo más grandes posible: 50 m está bien, pero ten en cuenta que estas zonas pueden no ser completamente efectivas si después de usar fertilizantes o pesticidas se producen fuertes lluvias.
- Para reducir los riesgos de contaminación, considera construir zanjas o barreras para evitar que las aguas superficiales procedentes de tierras gestionadas de forma intensiva fluyan hacia la laguna.



LAGUNAS CONECTADAS A AGUAS CORRIENTES

- Cuando el agua entra en la laguna, los sedimentos se asientan, provocando la colmatación. Prepárate para una gestión mucho más frecuente (y costosa) que la que se necesita para lagunas alimentadas por agua superficial o subterránea.
- Las aguas corrientes arrastran cantidades sorprendentemente grandes de sedimento en suspensión, y las lagunas alimentadas por sus entradas se llenan de sedimento entre 100 y 1000 veces más rápido que las que no tienen entradas.
- Considera la posibilidad de diseñar trampas de sedimentos en las lagunas (una laguna de amortiguamiento antes de la laguna principal). Necesitan un desarenado regular y, a menos que esto se haga, se vuelven inefectivas rápidamente.
- Si estás gestionando, restaurando o creando lagunas o bien cercanas a ríos que están contaminados, o bien que albergan poblaciones de peces o que tienen especies invasoras, prepárate para una gestión cuidadosa para reducir el daño (contaminación, especies exóticas) o crear hábitats útiles (lagunas de llanura aluvial conectadas intermitentemente a canales fluviales para peces).





LAGUNAS EN BOSQUES

- Asegúrate de tener un plan de gestión forestal para mantener las lagunas en condiciones óptimas. En los bosques, las lagunas pequeñas pueden verse considerablemente cubiertas por un dosel de sombra, que reduce la idoneidad para algunas especies. La gestión forestal puede requerir trabajadores especializados costosos.
- En las lagunas más pequeñas, considerar recoger las hojas manualmente durante el otoño y a principios de invierno, con redes de malla ancha o rastrillos. Los impactos que tienen estas intervenciones no se han analizado, pero podrían ser beneficiosos.
- En los bosques, considera crear lagunas de mayor tamaño, en claros o junto a senderos. Esto puede ayudar a mantener unas condiciones más abiertas sin la necesidad de tener que lidiar con los árboles que sobresalen. Ten en cuenta que la acumulación de grandes cantidades de materia orgánica en las lagunas por la caída de las hojas y ramas puede aumentar la producción de metano y otros gases de efecto invernadero.



LAGUNAS RESTAURADAS O GESTIONADAS

- Recuerda que la vegetación de todo tipo (plantas emergentes y acuáticas, árboles y arbustos terrestres) se establecerá normalmente más rápido en lagunas restauradas o gestionadas que en lagunas nuevas, por lo que la gestión se podría necesitar antes.
- Considera introducir pastoreo de baja intensidad para controlar el crecimiento de la vegetación y planificar futuros trabajos de gestión (incluidos los requerimientos logísticos y financieros) a la hora de diseñar un sistema de lagunas.
- Evalúa el crecimiento de la vegetación anualmente para ajustar la periodicidad del mantenimiento.



LAGUNAS DISEÑADAS PARA LA GESTIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

- Prepárate para llevar a cabo periódicamente el desarenado y la limpieza de la vegetación en lagunas destinadas a retener agua contaminada y sedimentos. El tamaño de la laguna influye en la frecuencia con la que será necesario el desarenado – esto puede durar entre 5 y 30 años.
- Ten en cuenta que los sedimentos, y en particular los sedimentos contaminados, pueden tener requisitos especiales de eliminación que pueden ser muy caros.
- Asegúrate de que las lagunas destinadas a la gestión de la contaminación estén diseñadas con el esperado régimen de desarenado cuidadosamente planificado y financiado.



LAGUNAS DONDE SE FOMENTA EL ACCESO PÚBLICO

- Recuerda que la apariencia y la seguridad pública serán especialmente importantes cuando se fomente el acceso público. Si no se gestiona el lugar, la basura se puede acumular, y la infraestructura (como caminos y pasarelas) necesitará mantenimiento regular.
- Evita crear lagunas con márgenes empinados ya que esto aumenta el riesgo de accidentes. Cuando se utilicen laderas empinadas, colócalas bien alejadas del agua y en terreno seco.
- Asegúrate de que las lagunas tengan márgenes anchos y poco profundos con bordes muy suavemente escalonados o plataformas horizontales para que la gente se pueda aproximar con seguridad.
- Considera el número de personas que van a usar un sitio y a qué zonas se accede con más frecuencia.
- Comprobar con frecuencia que la laguna es accesible y segura.
- Considera invertir en señalización para gestionar las expectativas del público y fomentar el disfrute responsable.
- Se podrían utilizar vallas, plantaciones o montones de leña para gestionar los niveles de perturbación en aquellos sitios donde la señalización no de buenos resultados.
- Dentro de un paisaje de lagunas, crea algunas lagunas de bajo acceso o sin acceso para complementar aquellas lagunas que son más accesibles, para asegurar así que se mantenga la biodiversidad.
- Evita atraer peces y patos domésticos a las charcas urbanas o crea lagunas de amortiguamiento para peces y patos.





GESTIÓN DEL NIVEL DEL AGUA EN LAS LAGUNAS

- Recuerda que para muchas lagunas y paisajes de lagunas el método de gestión más óptimo que genere servicios ecosistémicos y contribuciones de la naturaleza a las personas será permitir que prevalezca el régimen hidrológico natural. Esto provoca variaciones estacionales en los niveles de agua, que son valiosas para mantener la función de la laguna en el ecosistema.
- Para una serie de servicios ecosistémicos (como el suministro de agua, alimentos y piensos, las experiencias físicas y psicológicas), planifica cómo se controlarán los niveles de agua con presas, compuertas y diques.
- Si estás gestionando, restaurando o creando lagunas para peces o lagunas para retener contaminantes, considera vaciar completamente la laguna para eliminar los sedimentos acumulados.



SEGUIMIENTO

- Asegúrate de que se planifica, financia y lleva a cabo el monitoreo, a intervalos regulares y relevantes. Esto debería tener en cuenta los primeros cambios a corto plazo y los efectos de la gestión a largo plazo.

A la hora de presupuestar el proyecto de creación de una laguna, es importante incluir el seguimiento y fondos adicionales para mejorar el paisaje de lagunas. El seguimiento habitual es muy importante y a menudo se ignora. Con la visita frecuente de las lagunas los primeros 6 a 12 meses después de la gestión, restauración o creación, se puede aprender mucho sobre la laguna e identificar áreas de mejora. Por ejemplo, puedes observar que algunas lagunas están sistemáticamente turbias, lo que puede sugerir que la perturbación es demasiado grande y que se requiere el vallado de la laguna. Para las lagunas nuevas, es útil visitarlas con frecuencia al principio para el seguimiento de las especies invasoras que, si se encuentran y se eliminan rápidamente, pueden ser erradicadas con éxito. En general, el seguimiento es esencial para una gestión adaptativa.

El seguimiento a largo plazo también es importante y puede generar información sobre los factores que influyen en el funcionamiento de la laguna. Para las lagunas temporales, ¿durante cuánto tiempo retiene agua la laguna? ¿Cuánto fluctúa el nivel del agua en el caso de las lagunas permanentes? En ambos casos parece estar determinado por la variación climática. Estas observaciones pueden demostrar que se necesitan más obras para alcanzar los objetivos del proyecto. Por ejemplo, en el caso de crear lagunas para la cría de anfibios, si con el seguimiento se demuestra que el paisaje de lagunas se ha secado sistemáticamente antes de que las crías hayan abandonado la laguna, para alargar el tiempo que la laguna permanece húmeda podría ser necesario: hacer más profundas varias lagunas, encontrar fuentes de agua alternativas para dirigir las hacia la laguna, almacenar agua o instalar una capa impermeable. Por el contrario, en los paisajes de lagunas en los que éstas permanecen húmedas todos los años porque son demasiado profundas, se podrían añadir lagunas nuevas temporales y semipermanentes para proporcionar hábitats acuáticos temporales adicionales.



El seguimiento periódico proporcionará información sobre la efectividad de la gestión del sitio (vegetación, ganado, acumulación de contaminantes, infraestructura física, etc.), que puede requerir modificaciones de los planes de gestión. Aunque es posible planificar con antelación y prever la gestión, los planes también deben ser flexibles y basarse en un seguimiento continuo.

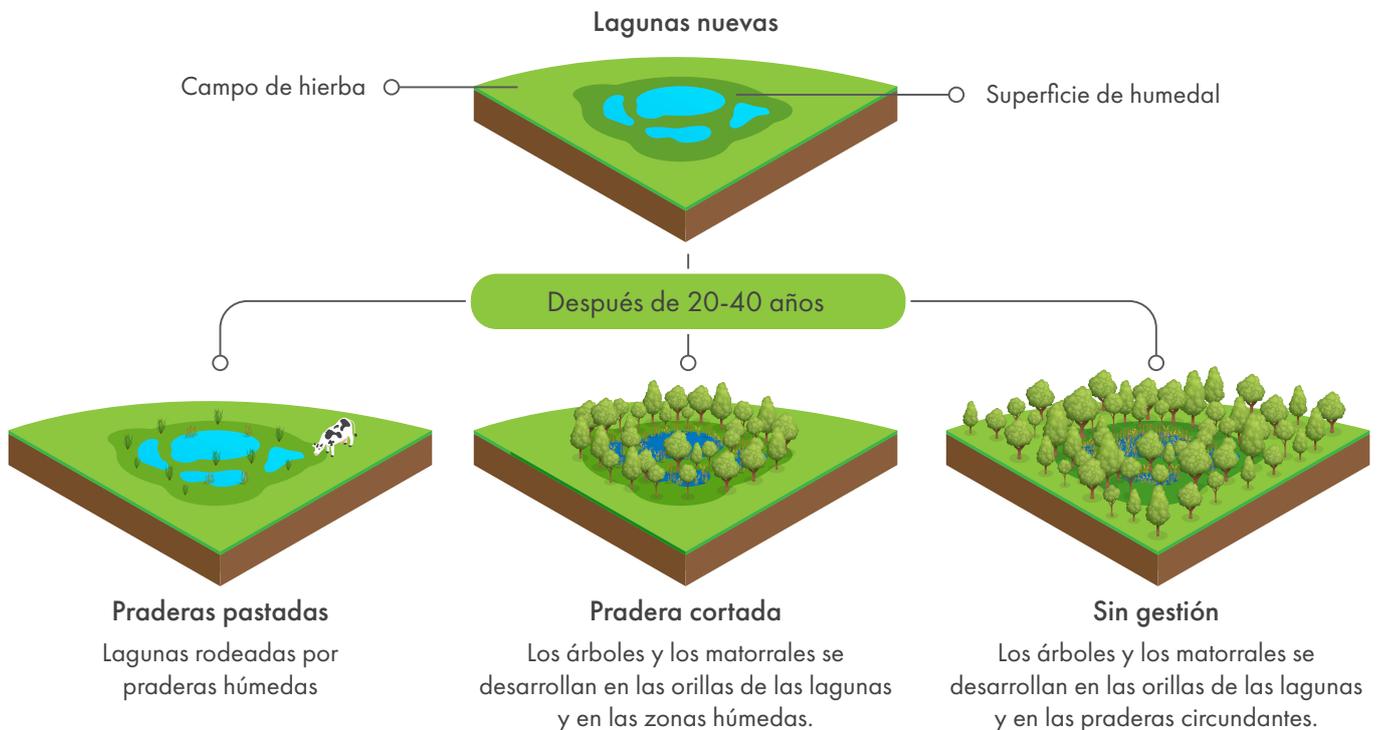


Fig. 21 - La falta de gestión puede provocar que las lagunas se llenen completamente de árboles y otro tipo de vegetación. El pastoreo de baja intensidad puede ser una manera de gestionar de modo efectivo las lagunas y paisajes de lagunas, reduciendo la necesidad de realizar un control manual de la vegetación.

Las lagunas y los mosquitos

En algunas zonas, como regiones turísticas o paisajes urbanos y de los suburbios, puede preocupar que la gestión, restauración o creación de lagunas pueda favorecer la propagación de mosquitos que transmitan graves enfermedades humanas o del ganado. Hay que tener en cuenta que también pueden preocupar los mosquitos que no transmiten enfermedades simplemente por ser abundantes, como por ejemplo en La Camarga (Francia).

Generalmente los mosquitos en las lagunas están controlados por un batallón de depredadores naturales. Las larvas de mosquito son comidas dentro del agua por los escarabajos acuáticos, los corixidos, las libélulas y tritones, y los mosquitos adultos son cazados por las ranas, murciélagos, pájaros y otros dípteros depredadores. Por ello, los mosquitos normalmente suelen constituir una pequeña parte de la fauna de la laguna. Sí suelen ser abundantes en charcas de agua de lluvia muy pequeñas y temporales por la falta de biodiversidad de estos hábitats.

Todos los mosquitos suelen asociarse con hábitats artificiales en contenedores sin depredadores, en especial barriles de plástico para agua y neumáticos, donde se reproducen en grandes cantidades. Estos contenedores deben ser retirados de los paisajes de lagunas cuando sea posible. Si se recoge la lluvia en contenedores abiertos para abastecer lagunas, úsala antes de que puedan emerger las larvas de los mosquitos, o considera usar filtros. Los programas de control de mosquitos, incluidas las especies que presentan riesgo de enfermedad (malaria, dengue y zika), como el mosquito tigre asiático (*Aedes albopictus*) y las especies del género *Anopheles*, deberían enfocarse en eliminar los pequeños contenedores de agua del paisaje de lagunas, y fomentar la ayuda fundamental de la biodiversidad de las lagunas para controlar la reproducción de los mosquitos.

En los paisajes de lagunas en los que abundan los mosquitos (como las marismas costeras), sus picaduras pueden perturbar gravemente las actividades de las personas. Se espera que los mosquitos que son vectores de enfermedades puedan desplazarse gradualmente hacia latitudes septentrionales ante los escenarios de cambio climático. Si son detectadas, estas poblaciones de mosquitos tendrían que ser sujeto de programas específicos de vigilancia y control, incluyendo el control con el insecticida natural *Bacillus thuringiensis* (Bti). Está disponible la información sobre las medidas de control del Centro europeo para la prevención y control de enfermedades. En la Historia de éxito del sitio de demostración de **PONDERFUL** de La Pletera (sección 6.6), se describe el uso del Bti para el control de los mosquitos.



4.2 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LAGUNAS Y PAISAJES DE LAGUNAS

Esta sección presenta una visión general de los métodos que se pueden usar para el seguimiento y la evaluación de las lagunas y paisajes de lagunas tanto mediante evaluaciones puntuales como seguimiento a largo plazo.

Existen muchas razones para analizar las lagunas incluidas: evaluar el valor de conservación de las lagunas a nivel individual, controlar los cambios en el número y valor de las lagunas como soluciones basadas en la naturaleza (como por ejemplo para retener contaminantes), controlar las poblaciones de especies amenazadas, analizar la distribución de los distintos tipos de lagunas en el paisaje o controlar los impactos (por ejemplo, si está aumentando el número de visitantes o el ganado que utilizan las lagunas). Estos programas de monitoreo pueden ser impulsados por políticas regionales, nacionales, comunitarias o internacionales.

Hay dos cuestiones que merecen ser tenidas en cuenta a la hora de elegir entre los muchos métodos que existen para evaluar y monitorear las lagunas:

- ¿Qué quieres descubrir? Es importante tener claro las respuestas que se necesitan para así planificar y recoger los datos más apropiados, y no gastar recursos en medidas innecesarias.
- ¿Existen métodos estandarizados que se puedan usar? Usar métodos pre-existentes en lugar de desarrollar métodos nuevos supone beneficios significativos como el hecho de:
 - poder basarse en el conocimiento previo de otros: hay muchos factores implicados a la hora de desarrollar métodos – desde la mejor época del año para el estudio, hasta los materiales y conocimientos necesarios, y las distintas maneras en que las cosas se pueden medir.
 - ser capaz de comparar tus resultados con los datos recogidos por otros usando el mismo método, para descubrir si tus resultados son corrientes o inusuales.

El uso de los métodos existentes debe hacerse con cautela, sobre todo entre distintas regiones y zonas climáticas. Algunas metodologías dependen de la región y, aunque los que diseñaron los métodos hayan descrito adecuadamente sus límites, a veces la gente esto no lo tiene en cuenta. En las regiones con condiciones climáticas distintas a aquellas donde se desarrolló la metodología, o con diferencias en otros factores ambientales importantes, el uso de una metodología específica puede no ser adecuado. En estos casos, una solución puede ser el adaptar los métodos para tener en cuenta los efectos de las condiciones ambientales diferentes.

Evaluación y seguimiento de las contribuciones de la naturaleza a las personas proporcionadas con la implementación de soluciones basadas en la naturaleza

Hay una gran variedad de opciones para medir los beneficios derivados de las lagunas y los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza. Cualquier evaluación necesita primero definir unos indicadores específicos, dependiendo de la contribución de la naturaleza a las personas (CNP) concreta de la que se vaya a hacer el seguimiento, y a continuación, describir cómo se pueden medir esos indicadores en el campo. Por ejemplo, para la biodiversidad, se podrían elegir un conjunto de taxones bioindicadores y describir los métodos para cuantificar sus abundancias (muestras de agua, observación directa, etc.). La sección a continuación resume los métodos más comunes.

Biodiversidad (CNP: Creación de hábitat y mantenimiento): La biodiversidad de las lagunas se mide a menudo usando una combinación del número de especies y la ocurrencia de especies raras y amenazadas en una laguna. Los grupos que comúnmente se tienen en cuenta son los anfibios, las plantas típicas de humedales y/o los (macro)invertebrados de mayor tamaño. Sin embargo, a veces también se analizan diatomeas, microartrópodos (como el zooplancton), reptiles, peces, mamíferos y aves, sobre todo en las masas de agua de mayor tamaño. Los métodos se han descrito en detalle en los apartados 4.2.1 y 4.2.2.

Almacenamiento de agua (CNP: Regulación de riesgos; Alimentación y piensos): Las lagunas pueden ser útiles para almacenar agua en época de inundaciones, para combatir incendios, para proporcionar agua al ganado y a los animales salvajes, y para impedir o frenar la entrada de agua en los ríos e inundar las zonas situadas aguas abajo. El monitoreo podría incluir la evaluación del volumen de agua retenida y el tiempo que dura. Por ejemplo, la capacidad de almacenamiento en caso de inundación es el volumen adicional de agua por encima de los niveles normales que una laguna puede retener antes de desbordarse. Se puede medir multiplicando el área de la lámina de agua por su altura, para estimar el volumen de agua que la laguna puede acumular.

Retención de la contaminación (CNP: Regulación de la calidad del agua dulce): Las lagunas se usan a menudo para ayudar a interceptar contaminantes y evitar que entren en otras masas de agua. La manera más común de calcular su efecto es comparando los niveles de los contaminantes relevantes en las entradas y salidas a las lagunas. Normalmente esto incluye nutrientes (fósforo y nitrógeno), pero también materia orgánica, bacterias, pesticidas y metales (como el cobre en zonas agrícolas, o los metales pesados en las zonas urbanas), pero los costes de los análisis pueden ser altos. También se pueden incluir los contaminantes emergentes y los microplásticos.

También hay análisis de la biodiversidad e índices para estimar la calidad del agua. Es vital tomar muestras de agua con regularidad y recoger más durante las épocas húmedas. Para medir correctamente la efectividad, el seguimiento deberá hacerse a largo plazo e incluir las tormentas cuando las haya (considerando que muchas lagunas destinadas a retener contaminantes no son efectivas).



Almacenamiento de carbono y mitigación del cambio climático (CNP: Regulación del clima): El cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero y de secuestro de carbono por parte de las lagunas requiere una medición cuidadosa en el campo usando métodos avanzados. Es una tarea que actualmente se hace a nivel de investigación. Los métodos que se han usado en el proyecto **PONDERFUL** son los descritos en Davidson et al. (2024)^[22] y utilizan muestreadores de gas flotantes para medir las emisiones y trampas de sedimento o “cores” para estimar el enterramiento de carbono.

El valor para la educación, los servicios, la salud y el bienestar (CNP: Experiencias físicas y psicológicas; Aprendizaje e inspiración): Los datos numéricos suelen evaluarse en términos de número de visitantes. La percepción que tienen los visitantes y otras partes interesadas se puede evaluar mediante cuestionarios, entrevistas, y grupos de discusión con una evaluación semicuantitativa mediante preguntas con escala de Likert.

4.2.1 EVALUACIÓN Y MONITOREO DE LAGUNAS INDIVIDUALES

Las evaluaciones detalladas de las lagunas normalmente incluyen la recogida combinada de datos físicos, químicos y biológicos. Los datos biológicos proporcionan información del valor de biodiversidad de la laguna y pueden dar información sobre la calidad de la laguna (es decir, cómo de degradada está). Los datos físicos y químicos se usan para entender mejor la calidad de la laguna, ayudar a interpretar los hallazgos biológicos, y evaluar los éxitos o limitaciones de las contribuciones de la naturaleza a las personas.

Evaluación de la biodiversidad de la laguna

Las medidas de la biodiversidad de una laguna buscan demostrar lo valiosa que es la fauna que alberga, es decir, el valor de conservación de la laguna. Las lagunas son hábitats muy ricos y es casi imposible identificar todas las especies que presentan. Por ello, las medidas de la biodiversidad normalmente se enfocan en grupos particulares, como las plantas típicas de humedales o los anfibios. Para seleccionar el grupo a analizar, se deben valorar muchos factores, como si el grupo o los grupos serán representativos del conjunto de la laguna o el coste de llevar a cabo el estudio. Resulta también costoso evaluar qué grupo o grupos son buenos para la comunicación con el público (es decir, las especies bandera). Los aspectos positivos y negativos de usar los distintos grupos se resumen en la Tabla 4.

Para elegir el grupo que sea representativo de todo el conjunto de la laguna, lo mejor es que sea una combinación de grupos de plantas y animales que contengan muchas especies. La elección definitiva dependerá de los objetivos del proyecto y de los conocimientos de que se disponga. Sin embargo, típicamente se suelen elegir los muestreos de plantas, macroinvertebrados y anfibios (Tabla 4). Si solo se puede elegir un grupo por un tema de costes, entonces lo mejor sería escoger las plantas típicas de los humedales porque son un grupo de especies rico cuyo muestreo es rápido, se puede usar para calcular índices de calidad, y son objeto de muchas evaluaciones de lagunas a nivel europeo. Una opción intermedia que se ha aplicado en el proyecto **PONDERFUL** es combinar las plantas típicas de humedales con algunos grupos de animales (teniendo en cuenta los diferentes rasgos y la filogenia) como el zooplancton, los moluscos, los escarabajos acuáticos, los tricópteros, los plecópteros, los efemerópteros, las libélulas y los anfibios.

La biodiversidad de una laguna se evalúa comúnmente en términos de riqueza y rareza de especies. La riqueza de especies es un recuento del número de especies presentes en los grupos estudiados. La abundancia de especies es útil a menudo, pero no siempre. La presencia de especies consideradas como ‘raras’ a nivel nacional o internacional, o que están protegidas por la legislación, es útil para evaluar el estado de conservación del sitio. El tipo de laguna también puede ser una manera importante de identificar lagunas de importancia para la conservación, especialmente si la laguna está incluida en una de las listas de hábitats raros y vulnerables del Anexo I de la Directiva europea Hábitats.

La consideración de rareza generalmente se basa en evaluaciones nacionales e internacionales de las categorías de la UICN basadas en las amenazas a las especies (En peligro, vulnerable, etc.) y, en Europa, también en la lista del Anexo II de la Directiva europea Hábitats. Esto incluye los códigos de hábitats de agua dulce: 3110, 3120, 3130, 3140, 3150, 3160, 3170, 3180, y 3190. También incluye el 2190 que incluye charcas en dunas de arena, el 7110 y el 7150 que incluyen charcas sobre turba y turberas ácidas.

Sin embargo, cada país suele tener listas específicas nacionales y, a veces, regionales con las especies raras. Los índices de rareza, que ordenan las especies en función de su rareza, pueden ser útiles al comparar el valor de rareza entre lagunas.

Otras medidas de biodiversidad: A veces se usan otras medidas como la diversidad de especies (una medida que combina el número de especies y su abundancia) y medidas de la función del ecosistema, pero suelen ser generalmente más difíciles de interpretar y de usar para evaluar de manera práctica el grado de conservación de la laguna. Sin embargo, los índices de diversidad pueden ser muy relevantes para analizar procesos ecológicos a nivel de comunidad. Por ejemplo, los índices de diversidad pueden ayudar a determinar si, después de la gestión o restauración, las comunidades de las lagunas muestran una tendencia a parecerse más o menos al tipo de comunidad de laguna deseado.



Evaluación de la calidad ecológica de la laguna

La calidad ecológica de la laguna es una evaluación del estado general de la laguna: sus condiciones físicas y químicas, y la salud de sus comunidades de plantas y animales. La calidad ecológica de la laguna se suele evaluar usando una combinación de datos de la calidad físico-química del agua y los datos biológicos analizados.

Monitoreo de la calidad del agua. Monitoreo de la calidad del agua. La degradación de la calidad del agua debido a la contaminación es uno de los factores que más comúnmente degrada las lagunas y reduce su capacidad para proporcionar contribuciones de la naturaleza a las personas. En las muestras de agua se analizan generalmente los nutrientes, que son contaminantes críticos, especialmente el nitrógeno y el fósforo. Los nutrientes se evalúan idealmente utilizando muestras analizadas en el laboratorio que miden el N total y el P total y que son recogidas a finales de invierno/principios de primavera. Sin embargo, los datos de 'nitrato' y 'fosfato' medidos con unos kits de pruebas rápidas también son útiles. A veces se recogen datos de clorofila a (una medida de la abundancia de algas verdes) y ficocianina (una medida de las algas verde-azuladas), pero las medidas se tienen que repetir con frecuencia durante la primavera y el verano ya que estos parámetros fluctúan mucho.

El carbono orgánico, el oxígeno disuelto y los sulfatos se miden a veces para evaluar la contaminación orgánica, pero la interpretación de estos datos como 'contaminación' no es directa ya que las lagunas acumulan carbono de manera natural. Los sólidos en suspensión indican la turbidez del agua de la laguna, y la transparencia se puede medir con un tubo Snell. Cuando hay riesgo de acidificación, el pH es una medida importante. Los metales pesados como el cobre, el zinc y el plomo pueden ser contaminantes importantes, especialmente en zonas urbanas y en los paisajes de lagunas con viñedos.

También los biocidas pueden ser importantes, pero su análisis requiere el conocimiento del biocida específico de interés y es caro. Otras variables químicas se miden normalmente para proporcionar información de base sobre la laguna, más que para evaluar su calidad, como por ejemplo la alcalinidad, el pH, el calcio, el magnesio y el sodio.

Para los gestores de los sitios, tres opciones prácticas para la evaluación de la calidad del agua, aumentando en complejidad, coste e información obtenida, son:

- **De bajo coste y fácil:** comprobar los niveles de nutrientes usando kits de pruebas rápidas (un ejemplo es la gama Pack-Test, pero existen otros); medidas realizadas una o dos veces al año
- **Intermedia:** análisis de laboratorio de los nutrientes seleccionados (por ejemplo, las especies de nitrógeno y fósforo o N y P total, pH, conductividad, oxígeno disuelto)
- **Completa y más costosa:** análisis de laboratorio de nutrientes, aniones, cationes, pesticidas, metales pesados, sedimentos en suspensión, clorofila a y ficocianina, recogidos en varias ocasiones a lo largo del año.

Las medidas biológicas también se pueden usar como índices de contaminación, y presentan el beneficio de ayudar a medir el efecto directo de la contaminación en la fauna, mejor que usar la química como aproximación. Por ejemplo, si se realiza un muestreo de las plantas, a cada especie se le puede asignar una puntuación de nutrientes (N) de Ellenberg, y la puntuación media por laguna usada para identificar sitios con puntuaciones de N altas, que tienen probabilidad de estar contaminadas.

Seguimiento de la calidad biológica. Para una evaluación relativamente rápida del estado de conservación basado en las especies, un buen enfoque es realizar un estudio de las plantas de humedales de la laguna. Esto requiere conocimientos especializados en identificación de plantas, pero los expertos normalmente pueden hacer el muestreo en una hora o una hora y media en una sola visita durante el verano. Los datos de riqueza y rareza de plantas pueden ayudar a identificar lagunas que son particularmente importantes, particularmente pobres, o que albergan especies únicas. En una visita se puede obtener rápidamente y con gran precisión una lista con las especies de plantas que refleja la calidad de la laguna (es decir, la especie completa todo su ciclo vital en la laguna). También es un buen grupo sustituto de otros grupos bióticos y representa una buena parte de la biota.

Los muestreos de anfibios pueden ser también una buena opción ya que existe un número relativamente pequeño de especies y en la mayoría de los casos, las especies son fáciles de identificar, y son sensibles a la calidad del agua y de la vegetación de la laguna. Los inconvenientes son que los anfibios representan una pequeña proporción de la biodiversidad presente, no se correlacionan bien con otros grupos bióticos, el muestreo lleva mucho tiempo y son animales que pasan buena parte de su ciclo vital en tierra, por lo que no representan tan fielmente la calidad de la laguna. A menudo también se seleccionan como indicadores de la biodiversidad de la laguna las libélulas y otros macroinvertebrados, aunque se suelen necesitar expertos para el muestreo y técnicas específicas de muestreo, así como realizar la identificación en el laboratorio. Los grupos seleccionados para los muestreos dependerán en último caso de si los objetivos son evaluar la calidad ecológica de la laguna, la ocurrencia de especies protegidas concretas o el destacar ciertos organismos que resulten atractivos para el público.

En la actualidad los datos biológicos también se pueden obtener usando el ADN ambiental (eADN); esta aproximación requiere recoger la muestra de agua y mandarla al laboratorio para su análisis. La recolección de la muestra puede ser rápida (sobre una hora) y la puede realizar una persona no experta. Sin embargo, el análisis de la muestra puede resultar caro, y la interpretación de los resultados requiere importantes conocimientos de biología, sobre todo para asegurarse de



que los resultados son robustos (como, por ejemplo, garantizar que no se incluyan registros de especies que están ausentes en la zona, y cotejar los resultados con los datos de los muestreos tradicionales).

Actualmente (2024), los muestreos de eADN se encuentran mejor desarrollados para la identificación de especies de peces y anfibios. Estos grupos son importantes por sí mismos, pero comprenden relativamente pocas especies, por lo que son menos útiles que las plantas como indicadores del estado biológico general o del valor de conservación. Por el momento, los análisis de eADN son menos útiles para invertebrados y plantas. También se han desarrollado índices biológicos que se pueden usar para medir la calidad global de una laguna, aunque todos son específicos para un país o región (por ejemplo, PSYM para el Reino Unido, PLOCH y IBEM para Suiza, QAELS para Cataluña).

Tabla 4 - Resumen de las ventajas e inconvenientes de elegir los diferentes grupos de especies para los muestreos de biodiversidad

Grupo biótico	Nivel de competencia necesario para realizar los muestreos. Estimación del tiempo necesario de formación para llegar a ser competente: 1: <1 día 2: Días a semanas 3: Meses 4: Muchos meses a años	Tiempo necesario para realizar un muestreo adecuado 1: Alrededor de 1 hora 2: 1 hora – 1 día 3: 1-2 días 4: Más de 2 días	Valor como indicador de la biodiversidad de la laguna Número de especies fácilmente identificables que suelen encontrarse: 1: Muy alto 2: Alto 3: Moderado 4: Pocas especies
Plantas típicas de humedales y plantas acuáticas	3	1	2
Macroinvertebrados*	4	4	1
Libélulas	2	4	2
Zooplankton	4	3	1
Diatomeas y otras algas	4	3	1
Anfibios y reptiles típicos de lagunas	2, eDNA = 1	4, eDNA = 1	3
Peces	2, eDNA = 1	3, eDNA=1	3
Mamíferos	2	4	4
Aves acuáticas	2	2	3

*Los macroinvertebrados son un grupo grande y los muestreos suelen focalizarse en subgrupos, sobre todo en escarabajos acuáticos y libélulas, aunque también en tricópteros, heterópteros (zapateros, chinches de agua), efímeras y caracoles.

Datos ambientales

La información sobre el entorno de la laguna es muy valiosa. Se puede usar para ayudar a interpretar los resultados biológicos e identificar las posibles razones de la degradación de la laguna; proporciona información de las decisiones en relación a la gestión y es esencial si se realiza un seguimiento a largo plazo para demostrar e interpretar el cambio. Servirá de base para la toma de decisiones en materia de gestión de una serie de contribuciones de la naturaleza a las personas (ver más abajo).

Las variables clave que se han considerado siempre como factores importantes que afectan a las especies, a las comunidades y a la calidad ecológica de las lagunas son: la localización (latitud, longitud), la superficie (el tamaño de la laguna estimado usando el nivel máximo de agua en invierno, y la superficie de agua en el momento del muestreo), la altitud, la geología, la permanencia del agua, la profundidad, el volumen, la sombra (cobertura arbórea), el recubrimiento vegetal, el pastoreo, la presencia de entradas de agua, el uso del suelo alrededor de la laguna, la conectividad (es decir, la presencia de masas de agua o humedales cercanos), la turbidez, la presencia de peces y los factores de perturbación, como la gestión de la laguna, y el impacto de las aves acuáticas, personas y perros.

La información debe ser recogida a nivel de la laguna y del paisaje de lagunas o del paisaje para proporcionar el contexto regional. Las medidas que se deben tomar a nivel regional incluyen la geología, el uso del suelo y la conectividad (es decir, la presencia de masas de agua o humedales cercanos).



4.2.2 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PAISAJES DE LAGUNAS

El seguimiento de todo un paisaje de lagunas es más complejo que el seguimiento de lagunas individuales. Aunque muchos de los métodos son los mismos, aquí se resumen las principales aproximaciones que se pueden usar para controlar y evaluar múltiples lagunas en un paisaje de lagunas.

Actualmente **las razones más comunes para monitorear** los paisajes de lagunas son:

- Contar e identificar las lagunas para saber cuántas hay y determinar la conectividad entre ellas.
- Evaluar el valor de la biodiversidad de las lagunas en el paisaje de lagunas, especialmente el valor de la fauna y/o entender mejor el estado de la laguna, como la calidad del agua (por ejemplo, los niveles de nutrientes, la conductividad) y las características de la laguna, como la morfología (por ejemplo, el tamaño o la profundidad).

Esperamos que en **el futuro** haya una mayor necesidad de evaluar la efectividad de las lagunas a la hora de proporcionar beneficios públicos, como contribuciones de la naturaleza a las personas. Más abajo se describen algunos métodos para ello.

Los paisajes de lagunas normalmente tendrán un número considerable de lagunas, por lo que los métodos adecuados suelen ser a gran escala y relativamente rápidos de aplicar debido a la limitación de recursos. Por supuesto, si se dispone de suficiente financiación, también pueden utilizarse evaluaciones más detalladas del tipo que se han descrito para lagunas individuales (más arriba).

Recuento e identificación de lagunas

Para el recuento de las lagunas, es importante definir desde el principio qué se entiende por laguna. ¿Se incluyen las lagunas temporales? ¿Cuáles son los límites de tamaño máximo y mínimo de las lagunas? La evaluación inicial del número de lagunas puede realizarse mediante una combinación de datos cartográficos y la interpretación de imágenes por satélite. Sin embargo, de esta manera a menudo nos podemos dejar las lagunas que se encuentran en bosques, así como lagunas pequeñas y temporales. Por tanto, los recuentos exhaustivos deben combinar métodos en remoto con estudios de campo.

El uso de imágenes de teledetección de diferentes años y los análisis de sistemas de información geográfica pueden proporcionar estimaciones valiosas del descenso de la densidad de lagunas a escala regional. Para regiones muy grandes (por ejemplo, distritos, países, áreas biogeográficas), normalmente se usa un enfoque basado en un muestreo, haciendo muestreos de cuadrículas de 1 Km seleccionadas al azar.

Evaluar el valor de la biodiversidad de la laguna en los paisajes de lagunas

Algunos consejos útiles para realizar un monitoreo efectivo a nivel del paisaje de lagunas incluyen maximizar el uso de los datos disponibles, realizar evaluaciones en remoto (con datos de satélites y fotografías aéreas), seleccionar grupos o especies indicadoras (aunque las opciones son limitadas) y medir factores del hábitat que modelan las comunidades de las lagunas (estacionalidad, edad, uso del suelo, sombra, ganado).

Maximizar el uso de los datos existentes: Como primer paso, merece la pena recopilar los registros existentes, incluidas las especies raras y amenazadas de las lagunas, que se encuentran registrados en los atlas de especies, grupos de registro nacionales y regionales, centros de registros, artículos científicos o informes de los muestreos. Muchas bases de datos actuales almacenan información valiosa con datos de observaciones de especies, incluidas las crecientes plataformas de biodiversidad de ciencia ciudadana, científicamente seleccionadas. La representación de los resultados de manera espacial (por ejemplo, la riqueza de especies por sitio, el número de especies amenazadas) puede mostrar la agrupación de los registros e identificar lagunas o paisajes con una calidad particularmente elevada.

Evaluaciones en remoto: En la actualidad no es posible realizar la evaluación con precisión del valor de conservación de una laguna en remoto. Sin embargo, sí se puede realizar una primera evaluación basada en el uso del suelo estimada usando imágenes de satélite y de otro tipo. Las zonas con usos del suelo seminaturales (por ejemplo, bosques, páramos, pastizales no mejorados, brezales) normalmente presentan lagunas con una calidad biológica mayor y, por tanto, tienen más probabilidad de proporcionar una serie de contribuciones de la naturaleza a las personas.

En general, el valor de conservación de una laguna disminuye con una mayor intensidad del uso del suelo, o si las lagunas tienen entradas de agua de arroyos que drenan estos paisajes. Aunque esos sitios pueden tener un mayor potencial para retener contaminantes o almacenar agua. Generalmente, en esos casos las lagunas tienen menos probabilidades de cumplir un requisito básico de las soluciones basadas en la naturaleza: que produzcan un beneficio para la biodiversidad y que proporcionen otros servicios ecosistémicos valiosos.

Indicadores y grupos de biodiversidad: En teoría sería conveniente identificar un pequeño número de especies indicadoras para evaluar la biodiversidad global de la laguna a la hora de hacer el seguimiento y de evaluar el paisaje de lagunas completo. Sin embargo, la naturaleza diversa de las lagunas complica el encontrar tales especies indicadoras universales,



excepto para ciertos tipos de lagunas, y hay buena evidencia de que el uso de las llamadas especies bandera tiene un valor limitado para la evaluación de las lagunas.^[23]

Muestreos de lagunas y de tipos de hábitats: Si el objetivo es la gestión de lagunas presentes en un paisaje de lagunas, pero no hay posibilidad de recopilar datos biológicos, una aproximación podría ser estudiar la variación de los factores naturales que conforman las comunidades de las lagunas, con el fin de proporcionar los datos necesarios para garantizar la presencia de hábitats adecuados para una amplia gama de especies. Algunos de los factores que se podrían medir (la lista no es exhaustiva) incluyen:

- Estacionalidad: asegurar un balance entre lagunas temporales, semipermanentes y permanentes.
- Nuevas y viejas: asegurar que haya lagunas nuevas o recientemente restauradas (o ambas) con poco sedimento y baja cobertura vegetal, así como lagunas maduras con una densa vegetación.
- Asegurar que haya lagunas en distintos (seminatural) usos del suelo y en zonas con distinta geología y con suelos distintos (que afecta a la química del agua).
- Niveles de sombra variables y acceso del ganado. Por ejemplo, si la mayoría de lagunas tienen mucha sombra, ajustar la gestión para conseguir un mejor balance entre lagunas con cobertura arbórea total, parcial y sin cobertura.

Las variaciones entre tipos de laguna también pueden aportar información sobre la diversidad de las contribuciones de la naturaleza a las personas, aunque la fiabilidad del asesoramiento sobre la prestación de estos servicios se encuentra aún en una fase bastante incipiente.



© Beat Oetli



© Bendix



© Freshwater Habitats Trust

4.2.3 EVALUACIÓN DEL ALMACENAMIENTO Y LA CALIDAD DEL AGUA, EL CARBONO Y LOS SERVICIOS DE PARTICIPACIÓN PROPORCIONADOS POR LAS LAGUNAS Y PAISAJES DE LAGUNAS

Al contrario que las evaluaciones de la biodiversidad, la evaluación de otros de los servicios ecosistémicos proporcionados por las lagunas y los paisajes de lagunas utiliza técnicas más genéricas desarrolladas para un amplio rango de ambientes distintos, que pueden ser adaptadas para su uso en lagunas y paisajes de lagunas. Aquí resumimos los métodos más usados que se pueden utilizar para evaluar la prestación de las siguientes contribuciones de la naturaleza a las personas: regulación de la cantidad y calidad del agua, regulación de riesgos (inundaciones), regulación del clima (enfriamiento), experiencias físicas y psicológicas y aprendizaje e inspiración.

En la actualidad no existen métodos de aplicación rutinaria para evaluar la contribución de las lagunas y paisajes de lagunas a las siguientes contribuciones de la naturaleza a las personas: apoyo a las identidades, mantenimiento de opciones, alimento y pienso, y polinización. Todo ello se sigue aplicando solo en las tareas de investigación.

Para más información sobre la evaluación de las soluciones basadas en la naturaleza, el manual de la Comisión europea 'Evaluando el impacto de las soluciones basadas en la naturaleza' supone una fuente de información valiosa.^[24]

Almacenamiento de agua

Las lagunas pueden resultar útiles para almacenar agua en períodos de inundación, evitando que entre en los ríos e inunde las zonas situadas aguas abajo. La capacidad de almacenamiento en caso de inundación es el volumen adicional de agua, por encima de los niveles de agua normales que una laguna puede retener antes de desbordarse. Para ser lo más efectivas posibles a la hora de almacenar agua ante una inundación, las lagunas deben estar secas durante el período entre una



tormenta y otra, y se deben drenar rápidamente para seguir proporcionando almacenamiento de agua a corto plazo. La capacidad de una laguna se diseña normalmente usando modelos informáticos.

Indicadores específicos a medir

- Volumen de la laguna
- Reducción del caudal máximo aguas abajo (en comparación con situaciones sin lagunas)
- Efecto modelizado de las lagunas en la cuenca
- En grandes paisajes de lagunas, es probable que el almacenamiento en lagunas se lleve a cabo como parte de un plan de captación más amplio. El impacto sobre las inundaciones se modelará usando modelos de cuencas hidrográficas (por ejemplo, la herramienta de evaluación del suelo y el agua creada por la Agencia de Protección Ambiental de EEUU).

Retención de la contaminación

Las lagunas suelen formar parte de sistemas de drenaje urbano y rural sostenibles para ayudar a interceptar los contaminantes y evitar que entren en otras masas de agua. La manera más común de calcular sus efectos es comparando los niveles de contaminantes relevantes en las entradas y salidas de agua de las lagunas. La efectividad de las lagunas individuales muestra variaciones importantes. Con evaluaciones más sofisticadas se podrían evaluar los efectos a nivel de toda la cuenca de múltiples lagunas interceptoras de contaminantes.

Indicadores específicos a medir

Los sistemas de lagunas pueden interceptar casi cualquier posible contaminante, pero los indicadores específicos más comunes incluyen:

- Nutrientes (fósforo y nitrógeno)
- Amonio
- Materia orgánica y sedimentos en suspensión
- Pesticidas y metales, como el cobre en zonas agrícolas
- Metales pesados en zonas urbanas.

Será necesario tomar muestras periódicas de agua con mucha frecuencia durante las tormentas para evaluar su eficacia.

Almacenamiento de carbono y mitigación del cambio climático

La evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero y secuestro de carbono requiere una cuidadosa medición sobre el terreno con métodos avanzados. Las mediciones de emisiones de gases se realizan normalmente mediante cámaras flotantes que captan los gases emitidos por el agua. También se deben medir los gases en la columna de agua. El secuestro de carbono normalmente se estima mediante el muestreo del sedimento con un core, pero también se pueden usar trampas de sedimento en el fondo de la laguna. Las muestras de gas y sedimento son analizadas mediante cromatografía de gases o usando analizadores de gases por infrarrojos. El proceso global comprende:

- La selección del sitio: Utiliza lagunas que sean representativas por el tamaño, la profundidad, y el uso del suelo circundante.
- Recogida de datos de referencia: Mide los parámetros físico-químicos de la laguna (por ejemplo, la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto).
- Instala el equipo: Coloca las cámaras flotantes u otros aparatos para medir.
- Muestreo regular: Lleva a cabo un muestreo periódico para reflejar las variaciones temporales de las emisiones de gas.
- Análisis de datos: Analiza las muestras recogidas y procesa los datos para calcular los flujos de gas.
- Informe: Recopila los resultados e interpreta los hallazgos.

Valor para la educación, las comodidades, la salud y el bienestar

Para evaluar el valor de las lagunas y paisajes de lagunas para proporcionar contribuciones de la naturaleza a las personas relacionadas con la salud, el bienestar, la educación y las experiencias físicas o psicológicas, normalmente es necesario llevar a cabo evaluaciones del uso del sitio antes y después, el cambio de actitud de las personas y el valor económico del nivel de satisfacción de las personas.

Indicadores específicos

- Número de personas que visitan un sitio
- Duración y frecuencia de la visita
- Cambios en la actitud de las personas como resultado de haber visitado o usado una laguna o un paisaje de lagunas
- Mejora de la salud mental de las personas que acceden a las lagunas o a los paisajes de lagunas.

Los métodos prácticos incluyen varios tipos de cuestionarios, entrevistas, y grupos de discusión con evaluación semicuantitativa mediante preguntas en escala Likert.



4.3 GESTIÓN Y RESTAURACIÓN DE LAGUNAS Y PAISAJES DE LAGUNAS

El valor de la gestión y restauración de lagunas existentes

Las lagunas existentes tienen que ser gestionadas o restauradas, tanto para mantener su valor como solución basada en la naturaleza, como para volver a introducir funciones en el paisaje, donde sea factible de manera técnica y práctica (ver sección 4.1 para las definiciones de gestión, restauración y resurrección de lagunas). Antes de que la gestión empiece, asegúrate de que hay un diagnóstico o seguimiento previo de la laguna que se va a restaurar (siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15). Crear lagunas nuevas puede ser una opción mejor que restaurar lagunas existentes si se tiene que cumplir un criterio específico o cuando las acciones de la restauración suponen un riesgo de pérdida de una especie amenazada.

Se ha demostrado que la restauración de lagunas existentes mediante la eliminación de sedimentos y vegetación leñosa cuidadosamente estudiada es eficaz para mejorar la biodiversidad acuática y terrestre en paisajes agrícolas. La restauración de una laguna, y el concepto asociado de resucitar 'lagunas fantasma' funcionan bien porque aprovechan la naturaleza longeva de los bancos de semillas de plantas de humedales, que, especialmente cuando el agua está limpia (véase el Recuadro 2), pueden conducir a una rápida recuperación de las lagunas. Estos dos métodos son esenciales (junto con la creación de lagunas – ver más abajo) para aumentar el número de lagunas en el paisaje en las primeras etapas de la sucesión ecológica y para ayudar a que haya una mezcla de etapas de la sucesión ecológica como buena parte de la investigación ha demostrado que maximiza la biodiversidad de agua dulce a nivel del paisaje de lagunas.

Los datos de los casos de estudio de **PONDERFUL** han demostrado que las lagunas restauradas mediante la eliminación de los sedimentos acumulados y de la vegetación leñosa han reducido notablemente las emisiones de gases de efecto invernadero, al menos a corto plazo. Sin embargo, en la actualidad se desconoce el impacto climático de los sedimentos excavados. El caso de estudio sobre la gestión de lagunas del proyecto también demostró que las lagunas en etapas tempranas de la sucesión, sin cobertura arbórea, presentaban en general emisiones de gases de efecto invernadero menores que las lagunas en etapas posteriores de la sucesión.

La gestión y restauración de lagunas normalmente implica la modificación de la laguna existente para mejorar su capacidad de prestar servicios ecosistémicos. Hay que tener en cuenta que la protección es también una opción de gestión, en la que 'no hacer nada' es una medida más de gestión. En este caso, la gestión se preocupa más por definir el estado de la laguna o del paisaje de lagunas y gestionar el paisaje de lagunas (por ejemplo, manteniendo un uso del suelo de poca intensidad) que por tipos específicos de acción física en lagunas individuales. En algunos casos, la gestión para esos sitios puede ser la no intervención, sin llevar a cabo ninguna alteración física de las lagunas.

Normalmente, la cantidad de modificación requerida con la gestión o restauración oscila entre la gestión de bajo impacto y frecuente, en un extremo del espectro y la restauración de alto impacto y poco frecuente, en el otro extremo del espectro (Fig. 22). Una gestión poco perturbadora podría incluir sólo la tala de unas pocas ramas de un árbol en la orilla de una laguna para reducir la sombra y mantener su estado actual, o el mantenimiento de una densidad de pastoreo muy baja. La gestión de este tipo a menudo imita las perturbaciones naturales. En algunos casos no se necesita ningún tipo de gestión adicional (por ejemplo, charcas que se desarrollan de forma natural en las turberas).



Fig. 22 - El continuo gestión-restauración de lagunas. La misma acción (por ejemplo, la gestión de matorrales) se puede considerar tanto de gestión como de restauración, dependiendo del nivel de perturbación y la frecuencia de la intervención.

En el otro extremo del espectro, una restauración completa normalmente implica una perturbación de alto nivel, incluido el dragado de una laguna para eliminar sedimentos y vegetación, la eliminación del extenso crecimiento de árboles y arbustos, incluyendo la tala de árboles de gran tamaño y, potencialmente, la modificación de la forma de la laguna para aumentar su valor de biodiversidad. En este caso, la gestión se preocupa por restablecer la etapa de la sucesión ecológica. Para considerar los riesgos de la pérdida (como consecuencia de la gestión o restauración) de cualquier valor natural existente o de los servicios que provee la laguna, los gestores deben considerar los efectos de la perturbación en la planificación del trabajo de restauración.



Para las lagunas históricas, deberá solicitarse asesoramiento arqueológico cuando sea necesario, en función de la escala de intervención propuesta. El método elegido depende completamente de los objetivos y recursos de los que disponga el proyecto. Éstos deben definirse de acuerdo a las condiciones locales, el bien histórico que debe conservarse, y la mejora que quiere hacerse para la fauna y/o las personas.

Cualquier intervención puede tener tanto impactos positivos como negativos. Por eso es crítico conocer tanto la laguna como el ambiente de alrededor (paisaje de lagunas) antes de hacer nada. El principal objetivo de las intervenciones se focaliza normalmente en la protección o en la mejora del valor existente: la laguna puede ya ser importante para las especies raras, jugar un papel clave en la gestión de las inundaciones naturales o ser un elemento histórico del paisaje. En caso de duda, pide consejo a un experto antes de proceder, utilizando como guía el diagrama de flujo de toma de decisiones para paisajes de lagunas (Fig.15).

Las razones para emprender la gestión y restauración de lagunas pueden incluir:

- Mantener o aumentar la diversidad de hábitats dentro del paisaje de lagunas para que haya lagunas en las diferentes etapas de la sucesión.
- Evitar los cambios no deseados en la abundancia de la vegetación y evitar la acumulación excesiva de sedimento.
- Reducir el impacto perjudicial de la influencia humana (por ejemplo, cambiando el uso del suelo).
- Conservar o mejorar el hábitat para una especie en particular (a menudo una especie protegida o rara).
- Permitir que las poblaciones locales de plantas o animales acuáticos se recuperen a partir de bancos de semillas o de huevos inactivos.
- Mejorar la calidad del agua en las lagunas individuales.
- Mantener lagunas que proporcionan beneficios estéticos o recreacionales a las personas.
- Mantener otras funciones existentes de las lagunas que aportan contribuciones de la naturaleza a las personas, por ejemplo, historia y patrimonio y apoyo a las identidades (ver sección 3.4 y los ejemplos del capítulo 6).



© Freshwater Habitats Trust



Se debe buscar siempre el consejo de los expertos antes de restaurar o gestionar lagunas, usando el esquema de la evaluación de riesgo mostrado en la Fig. 16. Entre las lagunas cuya gestión supone un riesgo especial se encuentran aquellas que:

- Se encuentran en hábitats muy característicos o de gran valor natural (por ejemplo, bosques, praderas ricas en especies, brezales)
- Tienen abundantes plantas típicas de humedales
- Se encuentran en reservas naturales, o sitios destinados a la conservación de la naturaleza
- Albergan especies raras o protegidas (incluidas especies de plantas o animales no acuáticos)
- Tienen un valor patrimonial significativo (no solo los valores naturales, sino también los culturales).

El daño provocado a las lagunas con un alto valor de conservación por una gestión inapropiada destinada a mejorar la contribución de la naturaleza a las personas, es un problema importante en términos de protección de la biodiversidad. Una gestión cuidadosa y frecuente es a menudo la mejor manera de preservar lagunas de gran valor en su mejor momento y puede significar que quizá nunca sea necesario un trabajo de restauración más invasivo, laborioso y costoso.

Principios clave de la gestión y restauración de lagunas

Al planificar la gestión o restauración de una laguna, es esencial tener en cuenta el paisaje de lagunas en su conjunto, no sólo la laguna individual, y los beneficios que la gestión propuesta aportará a dicho paisaje. Un buen objetivo es el de crear un paisaje de lagunas diverso, maximizando el rango de hábitats y servicios ecosistémicos proporcionados por las lagunas en la zona.

En las lagunas pueden producirse grandes compensaciones por los diferentes tipos de contribuciones de la naturaleza a las personas. Aunque la evidencia actual es limitada, se ha demostrado que la construcción de lagunas para la interceptación de la escorrentía y el control de la contaminación apenas influye en la biodiversidad de agua dulce a nivel de paisaje, mientras que la creación de lagunas de aguas limpias que no están conectadas a posibles fuentes de contaminación, aumenta rápidamente la biodiversidad.^[25] Explotar todo el potencial de las distintas oportunidades del paisaje, en lugar de intentar que 'cada laguna lo haga todo', es por tanto fundamental. Por ello, considerar la escala de paisaje de lagunas genera oportunidades valiosas.

Considera cómo puedes optimizar las contribuciones de la naturaleza a las personas 'Creación y mantenimiento de hábitats' y la prestación de otras de estas contribuciones mediante la manipulación de los siguientes factores:

- **Superficie:** distintas especies utilizarán lagunas de distinto tamaño. Por ejemplo, las aves normalmente necesitan lagunas más grandes que los invertebrados o las algas. También hay que tener en cuenta que las lagunas grandes suelen tener mayor heterogeneidad de hábitats y, por tanto, mayor biodiversidad (aunque este es un patrón general que presenta excepciones).
- **Profundidad:** las lagunas de cualquier profundidad pueden albergar una fauna rica. En algunas zonas, las lagunas someras pueden ser las más ricas en fauna, aunque a menudo las aves acuáticas y los mamíferos acuáticos prefieren lagunas más profundas, y las lagunas profundas pueden ser algunas de las más ricas en términos biológicos. Las lagunas que no se secan tienen más posibilidades de secuestrar carbono.
- **Permanencia del agua:** aunque de media las lagunas temporales albergan menos especies de agua dulce que las permanentes, pueden sin embargo albergar un gran número de especies, y suelen ser bastante importantes para las especies raras y poco comunes. Las opciones vendrán determinadas por la región donde se encuentra la laguna, la hidrología del paisaje de lagunas y el clima futuro (por ejemplo, agua subterránea frente a agua superficial y aumento de la escorrentía pluvial debido al clima). Las especies que necesitan aguas más permanentes, no serán capaces de utilizar las lagunas temporales, por lo que sería conveniente tener lagunas con distintos hidroperiodos en el paisaje.
- **Ángulo de inclinación:** las orillas empinadas pueden ser peligrosas en sitios con acceso público, pero la presencia de orillas empinadas o casi verticales puede animar a determinadas especies a usar las lagunas (por ejemplo, *Arvicola terrestris*)
- **Sombra:** diseñar regímenes de gestión para variar la cantidad de sombra que llega a las lagunas. Las lagunas abiertas y soleadas suelen ser ricas en fauna de agua dulce, pero la sombra es algo natural, que suele añadir diversidad y genera muchos beneficios. Las lagunas pastoreadas o aquellas que se encuentran cerca de senderos en el bosque, serán más soleadas que aquellas situadas en un bosque frondoso.
- **Acceso público:** algunas lagunas se restaurarán pensando en las personas como destinatarias, pero las lagunas que esencialmente estén destinadas a mantener la biodiversidad, a menudo resultan beneficiadas al ser completamente protegidas de una perturbación excesiva.

En algunos de estos factores influye la acción directa (por ejemplo, la superficie y la profundidad), pero otros pueden estar influenciados por el cambio en el uso del suelo en general. Otros factores que tienen impacto en la diversidad del paisaje de lagunas son el uso del suelo (lagunas en hábitats distintos), la geología (que afecta a la química del agua y a las comunidades de plantas), la altitud y el régimen de vientos.



Tabla 5 - Ejemplos de acciones de gestión. Cuadro en el que se explica cómo gestionar las lagunas y paisajes de lagunas y los beneficios que ello reporta. Ten siempre en cuenta el valor existente de una laguna antes de emprender cualquier acción. En algunos casos, la acción podría ser perjudicial (por ejemplo, eliminar la vegetación emergente en una laguna con biodiversidad o aumentar las molestias causadas por personas y perros). Ten en cuenta que las medidas recomendadas a escala de paisaje de lagunas también pueden aplicarse a la gestión de lagunas individuales.

Acción a nivel de la laguna	Posibles beneficios	Posibles inconvenientes	Métodos
Gestión de la vegetación emergente	Aumentar la superficie de aguas abiertas puede ayudar a mantener el hábitat de determinadas especies, reduciendo el sombreado y el aumento de la temperatura del agua, y contribuir a mantener y mejorar la biodiversidad. Cuando se mezclan distintas especies de plantas emergentes, el hábitat puede ser muy rico, por lo que conviene esperar a que la cobertura emergente supere el 50% antes de retirar las plantas.	Puede eliminar biota o hábitats valiosos, aumentar la temperatura del agua y la penetración de la luz. Ten en cuenta que la vegetación emergente sustenta una serie de especies terrestres.	Puede llevarse a cabo de tres formas principales: <ul style="list-style-type: none"> • Pastoreo del ganado: se puede utilizar ganado vacuno, equino, ovino y caprino para que pasten en las lagunas • Gestión con herramientas manuales (puede realizarse como acción de conservación con los ciudadanos) • Eliminación mecánica: dragado de la vegetación o corte con excavadoras.
Retirar la vegetación terrestre	Reducir el sombreado, mejorar la accesibilidad. Hay que tener en cuenta que existe un equilibrio entre la gestión y el deterioro de las lagunas sensibles, especialmente en zonas seminaturales. ^[25]	Puede aumentar la temperatura del agua reduciendo el sombreado beneficioso; en lagunas ricas en nutrientes puede permitir que las especies tolerantes a los nutrientes (algas, lentejas de agua) aumenten en abundancia. Puede eliminar especies importantes que utilizan vegetación leñosa (por ejemplo, hongos raros).	Puede llevarse a cabo de dos formas principales: <ul style="list-style-type: none"> • Gestión con herramientas manuales (puede realizarse como acción de conservación con los ciudadanos) • Eliminación mecánica: eliminar la vegetación terrestre con excavadoras o maquinaria de gestión forestal.
Eliminación de limos y sedimentos	Aumenta la profundidad y permanencia del agua y puede añadir nuevos hábitats. El desarenado revertirá la sucesión, prolongando la fase de aguas abiertas. Exponer la base original de la laguna puede fomentar el crecimiento de plantas acuáticas y reducir temporalmente los niveles de contaminantes. Puede ayudar a evitar la colonización completa de la cuenca de la laguna por helófitos como <i>Phragmites</i> . Conservar parte de la capa superior de sedimentos de la laguna puede ayudar a garantizar la preservación de huevos de invertebrados y bancos de semillas/esporas.	Puede dañar la biota existente, liberar gases de efecto invernadero o destruir restos arqueológicos o paleoecológicos.	Se realiza con excavadoras mecánicas tras el vaciado; en algunas lagunas con niveles de agua controlados, se puede vaciar la laguna y dejar que los sedimentos se oxiden.
Reparación de elementos de ingeniería (incluidos los revestimientos de lagunas)	Asegura la permanencia del agua y mejora el aspecto estético de la laguna, restaurando su valor histórico.	No hay inconvenientes aparentes.	Normalmente a cargo de contratistas/ingenieros especializados.
Reparación de pasarelas y plataformas de madera, señalización	Mejora el acceso de las personas, aumenta el valor educativo.	Puede provocar que aumente el acceso y por tanto aumento de las molestias (por ejemplo, facilitar la introducción de especies no autóctonas, molestar a las aves que crían en los humedales).	Normalmente a cargo de contratistas/ingenieros especializados.
Modificación de la forma de la laguna	Modificar el ángulo de la orilla (aumentando las zonas de poca profundidad), mejor para la fauna y más seguro para el ganado o las personas. Si es posible, eliminar los sustratos artificiales.	No hay inconvenientes aparentes si las lagunas se inspeccionan antes de empezar cualquier obra.	Utilizar excavadora mecánica; puede ser necesario utilizar remolques para retirar los escombros de la obra.



Acción a nivel de la laguna	Posibles beneficios	Posibles inconvenientes	Métodos
<p>Hacer más profunda la laguna</p>	<p>La profundización de las lagunas por la zona central aumentará la permanencia del agua y aumentará modestamente su retención. ¡PRECAUCIÓN! No profundizar las lagunas temporales a menos que corran peligro de secarse completamente como consecuencia del cambio climático.</p>	<p>Puede dar lugar a la profundización innecesaria de lagunas temporales, lo que es altamente indeseable.</p>	<p>Utilizar excavadoras mecánicas; pueden ser necesarios remolques para retirar los escombros del lugar. En los casos en que la profundización sea vital para evitar la desecación completa, puede ser necesario adoptar enfoques novedosos para proteger los bancos de semillas, esporas y huevos. En estas situaciones, retirar, almacenar y sustituir posteriormente el sedimento de la base de la laguna antes de profundizarla, o cultivar especies críticas en instalaciones externas y después volver a ponerlas en la laguna. Téngase en cuenta que todos estos enfoques son experimentales y aún no constituyen una práctica rutinaria. Otra posibilidad es crear lagunas nuevas, más profundas, muy cerca de las lagunas existentes que se están muriendo, y permitir que las especies sensibles se propaguen de forma natural.</p>
<p>Eliminación de peces no autóctonos introducidos</p>	<p>Podría reducir la turbidez y aumentar el valor para otra fauna.</p>	<p>No hay desventajas obvias, dependiendo del método utilizado para la eliminación de los peces.</p>	<p>Recurrir a personas especializadas en la gestión de la pesca para la pesca y la retirada de los peces.</p>
<p>Eliminación de otras especies alóctonas invasoras (plantas, invertebrados)</p>	<p>La eliminación de plantas invasoras puede permitir que aumente la abundancia de plantas autóctonas y la diversidad de animales. Ten en cuenta que los efectos pueden ser a menudo sutiles.^[26]</p>	<p>Puede provocar la eliminación de hábitats utilizados por especies autóctonas o en peligro de extinción.^[26]</p>	<p>Puede controlarse mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eliminación física • Herbicidas • Pesticidas • Agentes de control biológico. <p>Habla con los organismos estatales locales para determinar los métodos que estarán permitidos en tu situación concreta (por ejemplo, pesticidas cuyo uso esté permitido; métodos aplicados con éxito en una región específica). Los métodos de control de especies no autóctonas están señalizados por organismos nacionales e internacionales.^[27,28]</p>
<p>Creación de hábitats terrestres para especies de anfibios (acumulación de madera muerta, piedras)</p>	<p>Proporciona hábitats esenciales para anfibios que pueden estar ausentes en paisajes de lagunas gestionados de forma más intensiva.</p>	<p>No hay desventajas obvias para los ecosistemas de agua dulce.</p>	<p>Seguir las orientaciones estándar sobre creación de refugios para anfibios elaboradas por las ONGs. Instalar con voluntarios o empresas privadas.</p>



Acción a nivel de paisaje de lagunas	Posibles beneficios	Posibles inconvenientes	Métodos
Dejar de esparcir fertilizantes, pesticidas u otros contaminantes en la cuenca de la laguna; como mínimo, crear amplias zonas amortiguadoras (al menos 50 m) alrededor de la laguna para reducir los aportes de fertilizantes y otros productos agroquímicos. Si esto no es posible, los datos de PONDERFUL sugieren que una zona amortiguadora de 10-20 m mejorará la calidad del agua.	Debería mejorar la calidad del agua, especialmente si se realiza junto con el dragado y el desarenado de sedimentos contaminados, con una mejora del aspecto estético de las lagunas (menor proliferación de algas) y un mayor valor general para la biodiversidad. Hay que tener en cuenta que la eficacia de las franjas de amortiguación estrechas es notoriamente variable en aguas corrientes (donde se dispone de más datos).	No hay desventajas obvias para los ecosistemas de agua dulce.	Desarrollar acciones conjuntas y de colaboración con los gestores de las tierras y los agricultores de tu laguna. Debatir y negociar opciones, entre ellas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar mecanismos de financiación • educir o eliminar la aplicación de fertilizantes y biocidas. • Participar en programas agroambientales para retirar tierras de cultivo o crear grandes zonas de amortiguación, etc.
Desviar el agua contaminada lejos de las lagunas	Mejora de la calidad del agua, la estética y el valor para la fauna; puede ser difícil de conseguir.	Sin desventajas obvias; puede aumentar la contaminación de los hábitats situados aguas abajo.	Normalmente a cargo de contratistas/ingenieros especializados; incluye la gestión del drenaje del terreno.
Retirada del vallado alrededor de las lagunas, permitiendo que el ganado pade en ellas	El pastoreo suave (1-2 animales/ha) facilita la gestión de la vegetación terrestre y acuática y suele ser bueno para la biodiversidad de agua dulce. Las lagunas pueden utilizarse para el suministro de agua potable para el ganado.	Podría provocar un pisoteo excesivo de las masas de agua.	Planificar acciones locales coordinadas con los propietarios y gestores de las tierras, y tener en cuenta la escala del paisaje y las especies objetivo.
Reducir la densidad del ganado o el tiempo de acceso a las lagunas	El pastoreo de baja densidad simula el antiguo proceso natural de pastoreo en las lagunas; puede reducir la turbidez asociada a un pisoteo muy intensivo, mejorar el aspecto estético de la laguna, aumentar el valor para la fauna, ya que el pastoreo de baja intensidad suele ser muy bueno para la biodiversidad de agua dulce. Hay poca información sobre los efectos de las diferentes densidades de ganado en las lagunas, pero se suelen utilizar densidades de 1-2 reses por hectárea como regla general (observar cómo progresa el lugar con este nivel de presión de pastoreo). Sin embargo, utilizar únicamente la carga ganadera también puede inducir a error. El número de vacas que pisan alrededor de la laguna es más crítico. Para una laguna en un campo grande (más ganado), la carga ganadera debe ser menor, o la laguna más grande, que para una laguna en un campo pequeño (menos ganado).	Podría provocar una perturbación insuficiente de la laguna por parte del ganado.	Desarrollar acciones conjuntas y de colaboración con los gestores de las tierras y los agricultores de tu laguna. Debatir y negociar opciones, entre ellas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar mecanismos de financiación • Reducir o eliminar la aplicación de fertilizantes y biocidas. • Participar en programas agroambientales para retirar tierras de cultivo o crear grandes zonas de amortiguación, etc.
Imponer un uso responsable de las lagunas por parte de la población (mediante la educación o el vallado)	Reducirá el riesgo de introducción de especies invasoras y de vandalismo, disminuirá la turbidez, mejorará el aspecto estético de las lagunas, aumentará el valor para la fauna y la apreciación pública.	Reduce la concienciación de la importancia de las lagunas como contribuciones de la naturaleza a las personas.	Desarrollar campañas de sensibilización con los socios locales. Desarrollar programas de financiación para las medidas necesarias.



Acción a nivel de paisaje de lagunas	Posibles beneficios	Posibles inconvenientes	Métodos
Dejar de arar en la cuenca de la laguna	Reducirá o eliminará las fuentes de contaminación que afectan a la laguna asociadas a la escorrentía agrícola.	No hay desventajas ecológicas evidentes, aunque podría reducir los ingresos de los propietarios.	Desarrollar acciones conjuntas y de colaboración con los gestores de las tierras y los agricultores de tu laguna. Debatir y negociar opciones, entre ellas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar mecanismos de financiación • Reducir o eliminar la aplicación de fertilizantes y biocidas. • Participar en programas agroambientales para retirar tierras de cultivo o crear grandes zonas de amortiguación, etc.
Plantación de árboles, eliminación de zanjas u otros cambios en el paisaje más amplio alrededor de las lagunas; restauración de los hábitats terrestres y acuáticos en el paisaje más amplio.	Aumenta la diversidad del hábitat, el refugio y la disponibilidad de alimentos para la fauna de la laguna, el valor para la vida silvestre, la resistencia a las inundaciones, el aspecto estético y el recreo.	Podría modificar los ecosistemas terrestres de forma no deseada (por ejemplo, los paisajes arbolados permiten que sobrevivan más depredadores, lo que puede tener consecuencias inesperadas).	Desarrollar un plan de paisaje de lagunas para identificar las principales acciones a realizar a escala de paisaje. El plan puede referirse a una zona pequeña (10 ha) o a toda una cuenca hidrográfica (10.000 ha).
Mejorar la conectividad a escala de paisaje de lagunas para los anfibios (por ejemplo, túneles bajo carreteras; zanjas).	Apoya la permanencia de los anfibios en el paisaje.	Para los anfibios, el aumento de la conectividad a escala de paisaje de lagunas presenta algunos posibles inconvenientes. En algunas situaciones especiales, el aumento de la conectividad podría suponer un riesgo de propagación de enfermedades o de juntar especies competidoras (por ejemplo, <i>Bufo bufo</i> y <i>Epidalea calamita</i>). Recientemente se ha demostrado la posibilidad de acumulación de contaminantes en los túneles de carretera, lo que podría aumentar la exposición de los anfibios a sustancias químicas tóxicas. ^[29]	Existen numerosas guías prácticas para el diseño de medidas de conectividad para anfibios.
Aplicar medidas de control de mosquitos, incluido el tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bti).	Reduce las molestias a las personas que utilizan el paisaje de lagunas.	Puede dañar otra biota acuática y terrestre.	Los gestores deben tener en cuenta que, dependiendo del diseño y la duración del estudio, se han demostrado efectos del Bti sobre organismos distintos al objetivo y niveles tróficos superiores. Es posible que los gestores deban considerar técnicas alternativas de control de mosquitos más respetuosas con el medio ambiente, pero más costosas. ^[30]

Lagunas fantasma

A menudo es posible identificar lagunas que se han rellenado deliberadamente consultando mapas antiguos o hablando con residentes de edad avanzada. Son las llamadas 'lagunas fantasma'. Restaurar lagunas fantasma puede ser una excelente oportunidad para recuperar el patrimonio local y mejorar la biodiversidad de un lugar. En algunos casos, se pueden recuperar plantas raras a partir de semillas y esporas de los sedimentos de la laguna, ¡algunas de las cuales pueden tener más de 100 años! Los huevos latentes de los crustáceos típicos de lagunas, como los raros *Triops* sp., también se almacenan en el sedimento, donde pueden permanecer siendo viables durante décadas o más. Esto significa que es posible que, si se restauran las condiciones adecuadas, una proporción variable del banco de huevos puede eclosionar para repoblar las lagunas resucitadas.



Al excavar una laguna fantasma, es importante prestar mucha atención a las capas del sustrato. El objetivo debe ser retirar el relleno y devolver a la laguna su forma, tamaño y profundidad originales. Excava despacio y no profundices una vez que se haya llegado a los sedimentos de la antigua laguna; éstos suelen ser oscuros, finos al tacto y contienen muchas hojas descompuestas y, en paisajes ricos en calcio, a menudo también conchas de caracoles acuáticos.^[31]



Una laguna fantasma después de su restauración. © Carl Sayer ▶

◀ Una laguna fantasma antes de su restauración. © Carl Sayer



Para más información sobre las lagunas fantasma, consulta el capítulo 7: Lecturas complementarias y recursos prácticos.

4.4 CREACIÓN DE LAGUNAS Y PAISAJES DE LAGUNAS

El valor de las lagunas nuevas

Aunque la gestión y restauración de lagunas es fundamental, la creación de lagunas puede resultar más efectiva cuando:

- Hay pocas lagunas en el paisaje.
- Las lagunas existentes están contaminadas o afectadas negativamente por las especies invasoras, y no es posible eliminar el origen de la contaminación o erradicar las especies invasoras.
- Los procesos naturales de creación de nuevas lagunas se han detenido por la actividad humana.
- Las lagunas existentes no se adaptan bien a los objetivos de tu proyecto (por ejemplo, si quieres crear lagunas destinadas al bienestar o la educación, pero las lagunas existentes son de difícil acceso).
- Las lagunas existentes son todas del mismo tipo (es decir, hay solo lagunas profundas o solo permanentes), como consecuencia de la desaparición de varios tipos de lagunas debido a las actividades humanas (objetivo deseado: favorecer la heterogeneidad del hábitat).
- El objetivo de la gestión es diversificar el entorno del paisaje de lagunas, creando nuevos tipos de lagunas (formas, tamaños, funcionamiento hidrológico, etc.)
- Si quieres aumentar la disponibilidad de hábitat para unas especies concretas.
- Es necesario incrementar la diversidad de la laguna para ofrecer contribuciones de la naturaleza a las personas.

Recuerda, las lagunas nuevas pueden diseñarse para adaptarse mejor a los objetivos del proyecto, mientras que muchas lagunas existentes se verán limitadas de alguna manera por sus características o ubicación. Crear lagunas nuevas de aguas limpias es excelente para la biodiversidad. Aumentar la densidad de lagunas dentro de un paisaje de lagunas no solo aumenta la cantidad de hábitat de alta calidad sino que además mejora la conectividad gracias a permitir a las especies menos móviles moverse de una laguna a otra (actuando como peldaños).

En el sitio de demostración de **PONDERFUL** llamado 'Agricultura respetuosa con el agua' (Historia de éxito 6.1), la creación de una laguna de aguas limpias provocó un incremento del 16% del número de especies de plantas típicas de humedales en el paisaje de lagunas de demostración, con un 83% de incremento de las especies poco comunes. Esto demuestra que añadir nuevas lagunas al paisaje puede revertir el declive de especies de agua dulce a gran escala.^[25]

Los resultados de este trabajo demuestran que la creación de nuevas lagunas de agua limpia ha dado lugar a algunos de los aumentos más sustanciales y rápidos de la biodiversidad de agua dulce que se hayan observado hasta ahora en cualquier técnica de gestión del agua. La creación de lagunas también aumenta el tamaño de las metapoblaciones de especies (incluso de las más comunes), lo que refuerza su resiliencia a las alteraciones. Las lagunas nuevas también son importantes para las personas, ya que proporcionan servicios como el almacenamiento de agua, el control de la contaminación y beneficios para la salud mental (véase el capítulo 3).



© Freshwater Habitats Trust

Características clave para crear en lagunas nuevas

Las características principales de una laguna deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar y crear lagunas nuevas. Éstas incluyen:

- **Superficie:** No existe un tamaño ideal de laguna. Toda la gama de tamaños de lagunas – desde muy pequeña (2 m²) hasta muy grande (2 ha o más) – pueden generar beneficios para las personas y la fauna dependiendo del paisaje de lagunas, las contribuciones de la naturaleza a las personas, y las especies objetivo. Evita la creación de sólo lagunas muy pequeñas: existe evidencia ^[32] de que, especialmente en zonas urbanas, mientras que las lagunas pequeñas proporcionan mucha satisfacción en jardines y generan hábitats para especies muy extendidas y robustas, pero no contribuyen, sin embargo, a la biodiversidad de agua dulce de todo el paisaje; a menudo presentan una gran proporción de especies exóticas y contribuyen a su propagación, tienen una mala calidad del agua, y probablemente por ello generan un exceso de gases de efecto invernadero. De hecho, construir lagunas muy pequeñas de alta calidad es una de las partes más difíciles del diseño de lagunas.
- **Profundidad:** La profundidad máxima de una laguna suele afectar al tiempo que ésta retendrá agua a lo largo del año (aunque las lagunas muy someras sobre aguas subterráneas pueden ser permanentes – véase el sitio de demostración de **PONDERFUL** llamado ‘Pradera de Pinkhill’). Por ello, la permanencia del agua también dependerá del origen de la entrada de agua a la laguna y su cuenca de influencia. El secado anual es deseable para algunas especies y los objetivos de algunas contribuciones de la naturaleza a las personas. Es una característica de todas las lagunas temporales, incluido el hábitat prioritario llamado ‘Lagunas temporales mediterráneas’ de la Directiva europea Hábitats.
- **Márgenes y ángulos de inclinación:** Los márgenes de la laguna son un elemento muy importante a tener en cuenta en la etapa de planificación y diseño. Generalmente, la biodiversidad de la laguna, la accesibilidad y la seguridad se ven beneficiadas cuando los márgenes son amplios y poco pronunciados. La biodiversidad a veces puede aumentar con orillas irregulares e islas bajas (estas últimas serán mejores si están cerca de la línea de agua y si se inundan en invierno).

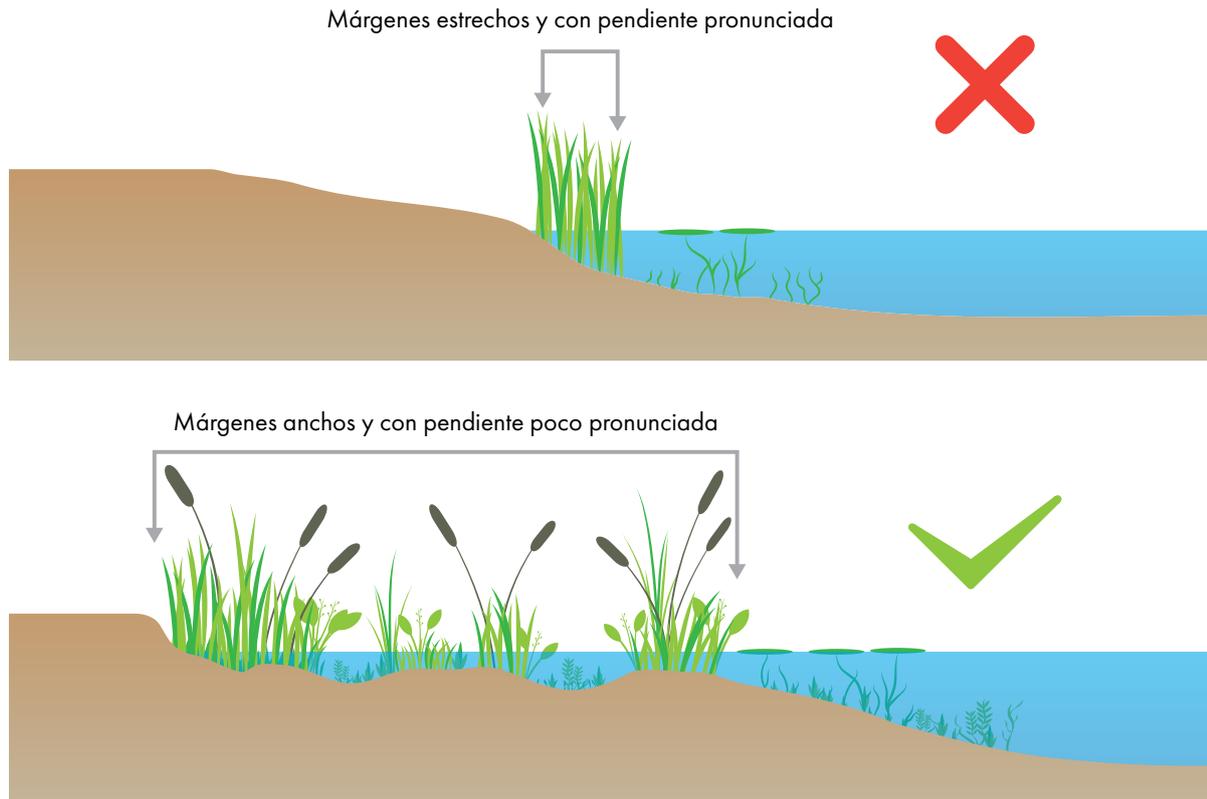


Fig. 23 - Una zona de acumulación con márgenes estrechos y pendiente pronunciada (arriba) y una zona de acumulación ancha y con poca pendiente (abajo). La zona de acumulación es la zona más rica en fauna de la laguna.

- **Zonas someras:** Las zonas someras son una parte de la laguna de una profundidad de unos 10 cm o menos cuando el nivel del agua es máximo (en el hemisferio norte es normalmente a final del invierno o principios de primavera). Las aguas poco profundas es una de las zonas con mayor biodiversidad de la laguna, ya que muchas especies animales y vegetales sólo se encuentran en aguas poco profundas.
- **Zona litoral:** Es la zona entre el nivel máximo y mínimo de agua de la laguna (Fig. 21). La fluctuación del nivel del agua es natural y es crucial para algunas especies, incluyendo una variedad de especies de plantas y animales en peligro. La zona litoral es la parte más diversa de la laguna en cuanto a número de especies encontradas. Es también importante para los reptiles, aves y mamíferos como zona de alimentación, y para invertebrados semiacuáticos como los carábidos (escarabajos terrestres) y las moscas.
- **Entradas/salidas:** Las entradas de agua, incluidas las acequias y los arroyos, suelen llevar agua contaminada hasta las lagunas; también pueden ser una fuente de plantas y peces invasores. Esto es desventajoso para las lagunas destinadas a maximizar la biodiversidad y debe evitarse. En el caso de las lagunas diseñadas para el tratamiento de aguas, el control de la contaminación o la mitigación de inundaciones, el cálculo correcto del tamaño de las entradas y salidas será esencial para el principal servicio prestado por la laguna.
- **Entorno inmediato:** Una laguna no es una isla separada de su entorno: el terreno adyacente suele aportar agua a la laguna, y forma parte del hábitat de muchas especies que utilizan la laguna en algún momento de su ciclo de vida (como libélulas, dípteros, anfibios). Esto significa que es vital que el terreno de alrededor de la laguna se tenga en cuenta desde el principio a la hora de diseñar nuevas lagunas. Por ejemplo, la laguna nueva puede necesitar situarse cerca de otros humedales o lagunas que albergan las especies en peligro que se espera que la nueva laguna atraiga. Sin embargo, es importante también tener en cuenta si sería importante no aumentar la conectividad de la laguna; si lagunas aisladas albergan especies raras o amenazadas, es importante evitar la llegada de posibles depredadores o competidores. Los diseños de lagunas deben tener en cuenta los alrededores que forman parte del entorno de la laguna. Por ejemplo, el vallado puede ser necesario para proteger nuevos hábitats de matorral terrestre y de bosque en los alrededores de la laguna con el fin de protegerlos en las zonas de acceso abierto de perturbaciones excesivas producidas por los perros y mantener así una buena cobertura vegetal para las libélulas y los anfibios. Si la laguna no tiene una cuenca totalmente natural, los alrededores de la laguna también pueden ser importantes para crear una zona de amortiguación entre la laguna y otras partes del paisaje de lagunas tratadas de manera más intensiva y que estén contaminadas.



¿Se debe plantar en las lagunas nuevas?

Es normal pensar que las lagunas nuevas necesitan ayuda para que dejen de ser 'hábitats vacíos' en los primeros meses o años. Sin embargo, muchas son las razones por las que suele ser mejor no plantar en las lagunas nuevas y dejar que se colonicen de forma natural. La primera razón es que las lagunas nuevas son un hábitat muy característico, usado por plantas y animales que no se encuentran en lagunas más maduras. Normalmente son especies que o bien (a) prefieren suelos desnudos o (b) que no compiten bien con otras especies. La maduración artificial de los lugares mediante la adición de plantas acelera el final de la fase de 'laguna nueva' y hace que las lagunas dejen de ser un refugio importante para estas especies.

Una segunda razón para no plantar en las lagunas es que normalmente no es necesario. Como ya mencionó Darwin, muchas plantas y animales típicos de lagunas están particularmente bien adaptados a encontrar nuevos sitios. Muchos insectos y escarabajos sobrevuelan la zona en cuestión de horas, especialmente en los meses cálidos. La mayoría de las demás familias de insectos (como efímeras, tricópteros, libélulas) y algunas plantas acuáticas anuales se establecen durante el primer verano.

Las evidencias demuestran que esta colonización natural ocurre tan rápidamente que, sin ninguna ayuda, las lagunas nuevas de tres o cuatro años son, a menudo, sitios tan ricos como lagunas de más de 50 años. Al final, las especies de plantas y animales que colonizan por sus propios medios suelen ser más adecuadas para la masa de agua que las que podríamos elegir nosotros y, lo que es muy importante, dejar que las plantas y los animales lleguen de forma natural reduce uno de los principales riesgos de la plantación: la transferencia accidental de plantas y animales exóticos invasores.

Si las plantas son necesarias para obtener una contribución de la naturaleza a las personas en particular (retener la contaminación, confort visual, mejorar la población de una especie específica en peligro de extinción), lo recomendable es conseguir plantas de origen local conocido ('local' quiere decir a 10-20 Km del sitio donde se va a introducir).

PASOS CLAVE DE LA CREACIÓN DE LAGUNAS

Las lagunas se pueden crear en cualquier tipo de paisaje o terreno. Hay algunos pasos clave a seguir a la hora de planificar un proyecto de creación de una laguna para maximizar los beneficios.



Recuadro 3. Siete pasos a la hora de diseñar un proyecto de creación de una laguna

1. **Decidir cuál es el uso principal** e identificar cómo esto influirá en tus elecciones. Crear lagunas con múltiples funciones es difícil, por lo que es mejor tener uno o un pequeño número de posibles usos y un enfoque claro. Cuidado con tener objetivos contradictorios (como biodiversidad y tratamiento de la contaminación).
2. **Identificar un sitio.** Considerar el uso del suelo actual (¿qué uso se le da al sitio y quién lo utiliza?), evaluar la geología, el tipo de suelo y la pedología, seleccionando zonas con un buen hábitat natural rodeando la zona de creación de la laguna y que constituyan la mayor parte de la cuenca. Asegurar que haya un suministro de agua adecuado, regular y abundante. Observar las lagunas existentes es una manera excelente de comprender la hidrología local. A ser posible, elegir ubicaciones donde no sea necesario usar revestimientos artificiales para las lagunas, y a las que se pueda acceder con maquinaria de construcción.
3. **Asegúrate de que el sitio no es ya importante** (para la fauna, la arqueología, la recreación o la agricultura). Si hay hábitats húmedos (fuentes, arroyos, ciénagas), no los sustituyas sino considera la posibilidad de crear lagunas nuevas en las proximidades para mejorar la diversidad del hábitat. Obtén los permisos necesarios (sitio protegido, especies protegidas o permisos para cambiar usos del suelo). Si es necesario busca consejo de los expertos.
4. **Comprueba que el sitio no esté restringido por los servicios (como agua, gas, electricidad)** u otras infraestructuras. La excavación cerca de cables eléctricos (subterráneos y aéreos) plantea importantes problemas de seguridad. Si se conoce la ubicación de las infraestructuras en una fase temprana, se puede modificar el diseño del proyecto para evitar su impacto. Comprueba si hay infraestructuras relacionadas con la electricidad, el agua, el petróleo, el gas, el alcantarillado y las comunicaciones. Ten en cuenta los servicios ya previstos, pero que aún no existen, por ejemplo, futuras vías de ferrocarril o carreteras.
5. **Diseña la(s) laguna(s).** Dibuja un esquema de la laguna teniendo en cuenta el tamaño, la profundidad y los perfiles y dale preferencia a los márgenes anchos y poco pronunciados. Busca incrementar la diversidad de los hábitats presente en el paisaje de lagunas: es preferible tener cinco lagunas de distintos tamaños que una sola laguna de gran tamaño. Considera también la gestión a largo plazo, dejando espacio para que la maquinaria pueda acceder a la laguna en caso de que sea necesario ajustarlo o desarenarlo. Si se considera la gestión en una fase temprana del proyecto de creación de la laguna, es posible modificar el diseño para minimizar así la necesidad de futuras intervenciones. Ve refinando el diseño según vayas aprendiendo más de las limitaciones del sitio y los niveles de agua probables.
6. **Cava catas.** Crea catas para las lagunas alimentadas por aguas subterráneas y superficiales en las zonas donde se planea crear las lagunas nuevas. Las lagunas alimentadas por arroyos también pueden necesitar catas de prueba si se crean en sustratos naturales y hay que asegurarse de que retienen el agua. Deben tener al menos la misma profundidad que la laguna propuesta, pero lo ideal es que sean más profundos. Realiza un seguimiento durante al menos un año para comprender los cambios en el nivel del agua.
7. **Planifica el proyecto completo y acaba los diseños.** Considera cómo las nuevas lagunas funcionarán a nivel de paisaje de lagunas. ¿Puedes aumentar aún más la diversidad de hábitats escalonando la creación de lagunas a lo largo de varios años? Piensa qué maquinaria se necesita, la salud y la seguridad, y la supervisión continua. En proyectos de menor escala es posible incluir participación 'voluntaria', no solo para evitar si es posible el uso de maquinaria pesada o reducir los costes, sino también para involucrar en el proyecto a los residentes y las partes interesadas.

Puedes encontrar información más detallada sobre la creación de lagunas entre las herramientas proporcionadas para ello de Freshwater Habitats Trust, que proporcionan una amplia gama de sugerencias sobre el tamaño de la laguna, la forma, la profundidad, el valor del dosel de sombra y la importancia del pastoreo. Existen diversas fuentes con guías para el uso de lagunas como estructuras de control de la contaminación y del agua. Estas se incluyen en el capítulo 7: Lecturas adicionales y recursos prácticos.



Recuadro 4. Evaluación de la hidrología y del sustrato – un elemento clave de la creación de lagunas

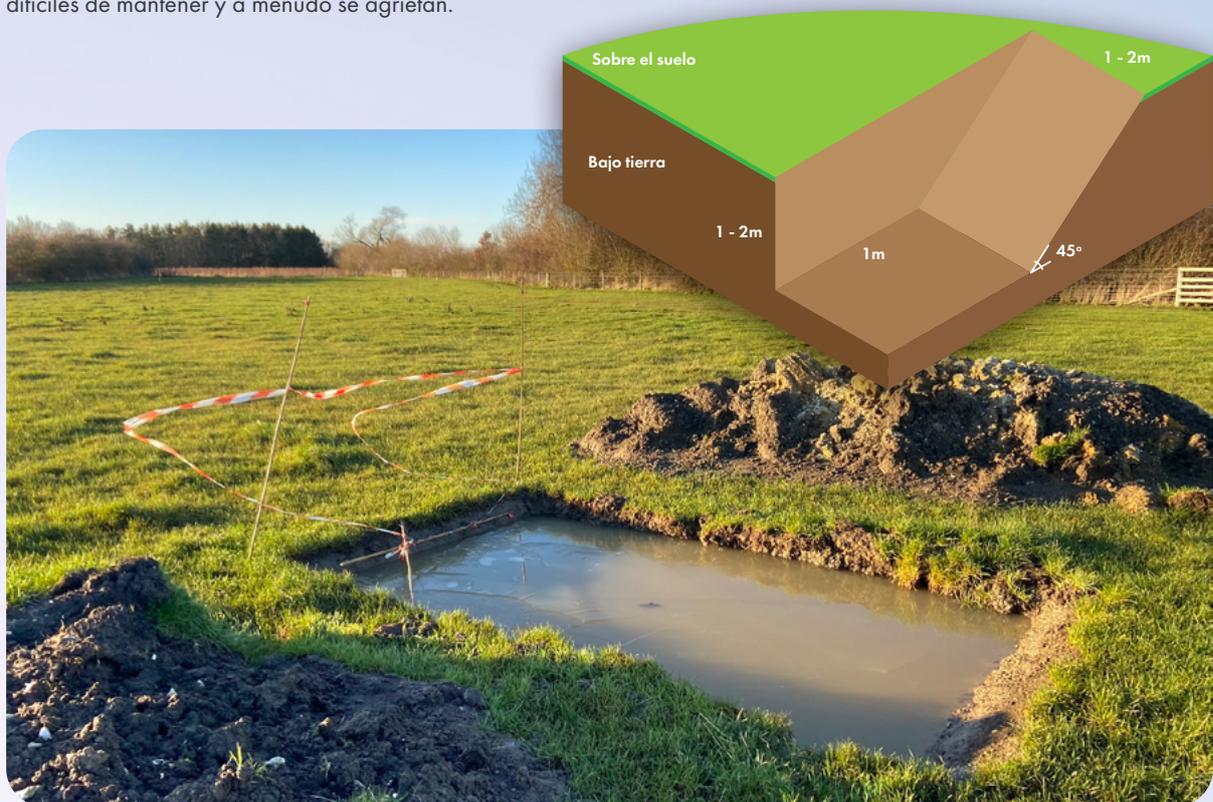
Analizar el sustrato y la hidrología, incluidas las aguas subterráneas, es un elemento clave del proceso de creación de lagunas. Los mapas geológicos y edafológicos pueden aportar información útil, pero su resolución suele ser demasiado baja para proporcionar la información detallada necesaria para la creación de lagunas. En las llanuras aluviales, en particular, el tipo de sustrato puede cambiar de permeable a impermeable en una distancia muy corta.

Por lo general, la mejor manera de evaluar el sustrato y la hidrología consiste en cavar una cata en el lugar donde probablemente se ubicarán las lagunas. Para ello se puede utilizar una barrena, una pala o una excavadora, en función del sustrato y de la profundidad propuesta para las nuevas lagunas.

Si se encuentra una capa profunda de arcilla azul -que indica encharcamiento-, las lagunas pueden crearse de inmediato. Si la arcilla está moteada, lo que indica que los niveles de agua fluctúan, normalmente es necesario vigilar las catas durante uno o dos años. Si el sustrato es de arena, grava o guijarros y la principal fuente de agua son las aguas subterráneas, es probable que sea necesario un seguimiento a más largo plazo (durante meses o años). Esto te ayudará a comprender (i) la permeabilidad del sustrato y (ii) cómo fluctúan los niveles de agua subterránea.

En algunos casos (por ejemplo, en lugares con acceso público regular), los piezómetros pueden ser más adecuados para evaluar los niveles de agua que las catas abiertas, ya que son más seguros para las personas. La información sobre los sustratos y la hidrología puede utilizarse en el diseño de la laguna para garantizar que las profundidades y los perfiles son adecuados para los objetivos de la laguna.

Cuando el agua no se acumula de forma natural, se pueden utilizar revestimientos de plástico, hormigón o arcilla, pero son caros, tienen una vida útil comparativamente corta (decenas en lugar de cientos o miles de años), requieren procesos de producción que consumen mucho carbono y son susceptibles de tener fugas. Los revestimientos artificiales no soportan toda la gama de regímenes hidrológicos naturales, ya que dependen principalmente de la afluencia de arroyos, zanjas o agua de lluvia recogida en los tejados. Los revestimientos de arcilla sobre sustratos naturalmente permeables son especialmente difíciles de mantener y a menudo se agrietan.



Las catas se utilizan para evaluar el sustrato y la hidrología de una nueva laguna antes de iniciar la construcción. © Freshwater Habitats Trust



Creación de lagunas para la biodiversidad

Los animales y las plantas que viven en las lagunas han evolucionado durante millones de años. Por lo tanto, la mejor manera de proteger la vida salvaje hoy en día es crear masas de agua que imiten las lagunas salvajes de aguas limpias que había en el pasado, considerando las singularidades de las lagunas naturales de cada región (véase el Recuadro 1). Hay lagunas naturales de todas las formas, tamaños y profundidades, pero encontrar agua limpia puede ser difícil en paisajes muy modificados. Las lagunas con aguas de calidad pobre no tendrán nunca la gama completa de especies de plantas y animales que tienen las lagunas no contaminadas y tendrán problemas de gestión a largo plazo. Si la ubicación está limitada a un sitio contaminado, no podrás crear una laguna que alcance todo su potencial.

Aunque casi todas las lagunas pueden seguir siendo valiosas para la vida salvaje, ya que albergan especies resistentes o muy extendidas y resilientes. Cuando las lagunas son colonizadas desde cero, existen evidencias de que en unos 5-10 años pueden alcanzar un estado similar a las lagunas establecidas desde hace mucho más tiempo.

Además de los puntos del Recuadro 3, sigue estos simples pasos para maximizar los beneficios para la biodiversidad:

1. Encuentra un sitio con una fuente de agua limpia.
 - Asegúrate de que la laguna tiene un entorno natural.
 - Evita conectar la laguna a un arroyo o acequia a menos que sepas que el agua de esas afluencias no está contaminada.
 - No añadas mantillo orgánico a la laguna ni alrededor de ella.
2. Crea zonas de agua poco profunda (<10 cm de profundidad) y deja la superficie rugosa: los montículos maximizan la diversidad del hábitat. En las lagunas de mayor tamaño puede haber espacio para islas; asegúrate de que son bajas (cercanas al nivel del agua), se pueden gestionar de manera efectiva y no se llenarán rápidamente de vegetación terrestre.
3. Ubica las lagunas estratégicamente: a menudo el mayor beneficio para la biodiversidad se consigue cuando las lagunas pueden conectarse a otros humedales existentes o ampliarlos.
4. Deja que la laguna sea colonizada de manera natural. No la llenes de plantas, peces u otros animales. En ciudades o zonas urbanas, donde normalmente hay menos fuentes de colonización naturales, puedes ayudar a la colonización trayendo algunas plantas autóctonas de lagunas, ríos y humedales cercanos (asegúrate de no saltarte la legislación local para ello).
5. Asegúrate de que la laguna va a tener pocos impactos (por ejemplo, que no se produzcan molestias frecuentes por la presencia de perros o la alimentación de los patos).

Creación de lagunas destinadas a las personas

Se sabe que los ‘espacios azules’ son beneficiosos para el bienestar humano, y una laguna o un paisaje de lagunas puede ser un importante recurso comunitario o bien cultural. Si estás trabajando en un entorno urbano o rural, hay muchos tipos diferentes de lagunas y paisajes de lagunas que puedes crear para generar beneficios como la educación, el turismo y la salud (véase el Capítulo 3 y la Historia de éxito 6.11, ‘Rhône Genevois, Suiza’). Asegúrate de planificar las cuestiones de accesibilidad y seguridad (como pasarelas, plataformas, puentes). Considera usar materiales decorativos, como piedras, y recibir consejos de diseñadores expertos.

Es importante entender que una laguna que proporciona estos servicios ecosistémicos es menos probable que también juegue un papel importante a la hora de aumentar la biodiversidad. Sin embargo, las lagunas destinadas al uso por parte de las personas – incluso en zonas densamente pobladas – normalmente atraen cierta vida salvaje.

Recuadro 5. Crear estanques para proporcionar servicios ecosistémicos a las personas

Preguntas a hacerse antes de crear lagunas con el fin de proporcionar servicios ecosistémicos para las personas:

- ¿Cuántas personas usarán la laguna y cómo accederán a ella?
- ¿Se han considerado la salud y la seguridad a la hora de diseñar la laguna? ¿Se requiere alguna infraestructura adicional?
- ¿Cómo se gestionará la laguna a largo plazo para mantener la función para la que fue diseñada (como natación, educación o inspiración)?
- ¿Quieres también atraer fauna y flora salvaje a la laguna? Si es así, ¿de qué tipo?
- ¿Quieres usar la laguna para alguna actividad de ocio o educativa?
- ¿Tienes recursos para mantener la laguna en buen estado, que sea segura y accesible a las personas a largo plazo?



4.5 CONSIDERACIONES PRÁCTICAS PARA PREPARAR LA GESTIÓN, RESTAURACIÓN Y CREACIÓN DE LAGUNAS

Los preparativos prácticos específicos para la gestión, restauración y creación de lagunas variarán en función del lugar, la legislación local y los objetivos del proyecto. Durante la planificación hazte las siguientes preguntas para asegurarte de que estás preparado/a:

Recuadro 6. Preguntas que hacerte a ti mismo

- ¿Conoces bien el valor actual del paisaje de lagunas (para la biodiversidad o el bienestar humano)? Si respondes no, busca consejo de un experto.
- ¿Se dispone de suficiente agua superficial, subterránea o (cuando proceda) de entrada de arroyos o acequias en el lugar, o será necesario utilizar un revestimiento impermeable y proporcionar otras fuentes de agua para abastecer de agua a la laguna?
- ¿Se necesita pedir permiso para iniciar las obras? Puede tratarse del uso del suelo, de lugares protegidos o de especies.
- ¿Has comprobado si hay ciertos servicios presentes (como cables aéreos o conducciones de gas)? ¿O si se planea construir en el futuro cerca de la laguna alguna infraestructura?
- ¿El sitio ha sido modificado? Si hay muchos drenajes en los campos, habrá que eliminarlos o las nuevas lagunas no podrán retener el agua.
- ¿Tienen los operadores de las máquinas la experiencia adecuada? Si la respuesta es no, puede ser necesaria una buena supervisión.
- ¿Qué maquinaria se necesita? Puede que se necesiten excavadoras más pequeñas si las vías de acceso son estrechas. Las lagunas pequeñas (de unos pocos metros cuadrados) se pueden crear con la ayuda de 'voluntarios' para implicar así a la población local en el proyecto, pero puede suponer un duro trabajo y las lagunas podrían llenarse rápidamente.
- ¿Dónde se dejarán los sedimentos o residuos y los restos leñosos después de la obra? No lo esparzas donde pueda volver a las lagunas.
- ¿Hay otras consideraciones de salud y seguridad? Considerar las posibles repercusiones para los contratistas, el personal y el público.
- ¿Has presupuestado el seguimiento de las lagunas, la solución de problemas y el ajuste de los diseños de las lagunas para mejorar el rendimiento?



© Summerstock

© Charcos com Vida/JT



4.6 Diseños de lagunas y paisajes de lagunas: el uso de las lagunas CLIMA

El proyecto **PONDERFUL** ha creado normas para el diseño de lagunas de mitigación del clima para proporcionar diseños estandarizados que puedan ser rápida y extensamente implementados según un conjunto de normas comunes.

Los diseños se han pensado para tres situaciones comunes:

- lagunas pensadas exclusivamente para la biodiversidad y el compromiso (incluido el bienestar y la salud) y las contribuciones de la naturaleza a las personas. Al contener agua no contaminada, la producción de gases de efecto invernadero debe ser escasa.
- lagunas destinadas a aportar una serie de contribuciones de la naturaleza a las personas en el paisaje rural, como minimizar la producción de gases de efecto invernadero, almacenar agua, tratar los sedimentos y la escorrentía contaminados y proporcionar beneficios para la biodiversidad.
- lagunas destinadas a proporcionar contribuciones de la naturaleza a las personas en zonas urbanas donde el almacenamiento de agua, la retención de contaminantes, la salud y el bienestar, y la biodiversidad son los beneficios previstos. El diseño también pretende minimizar la producción de gases de efecto invernadero



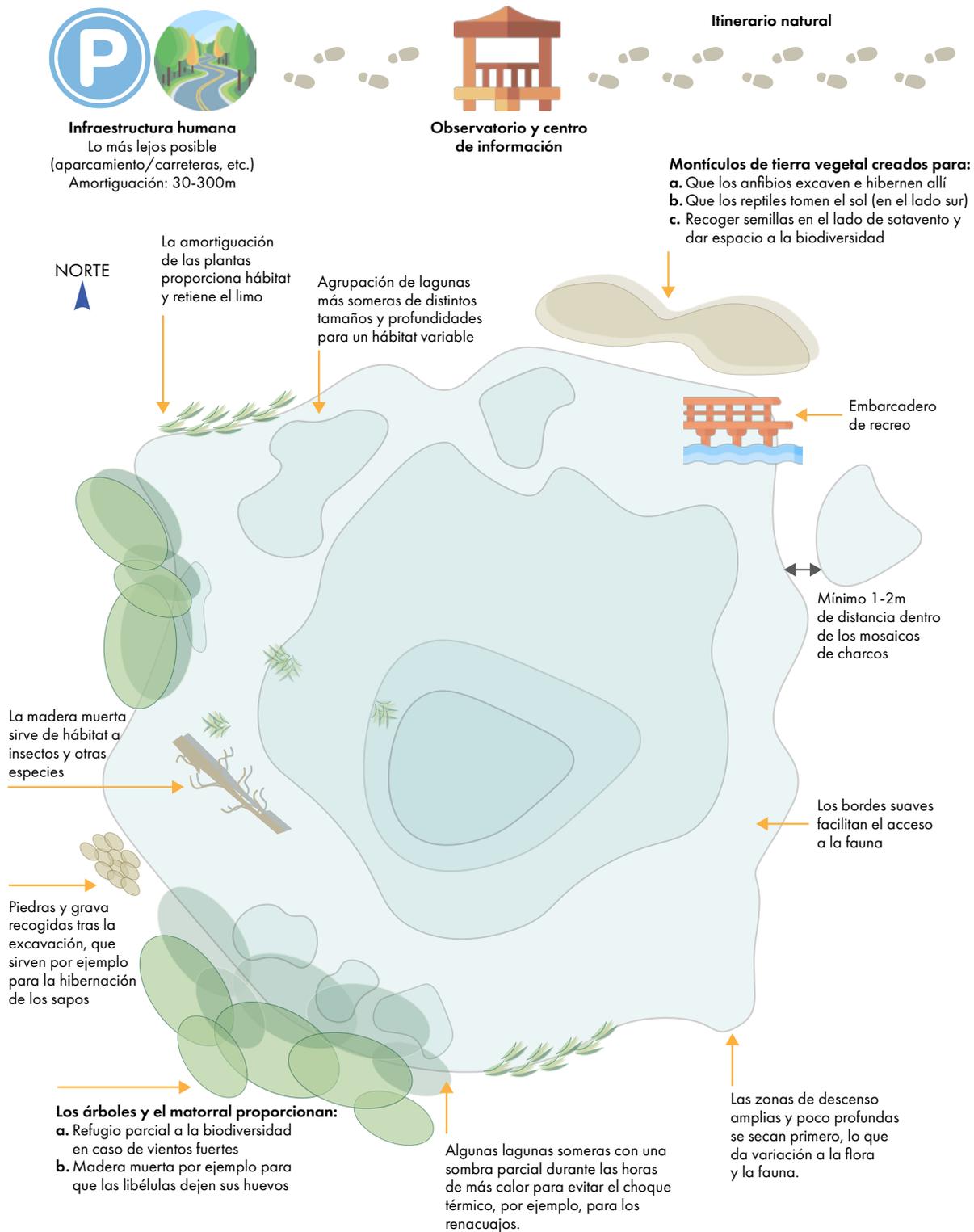


Fig. 24 - Diseño de una laguna CLIMA natural. Este diseño prioriza el mantenimiento de la biodiversidad.

© Amphi International ApS



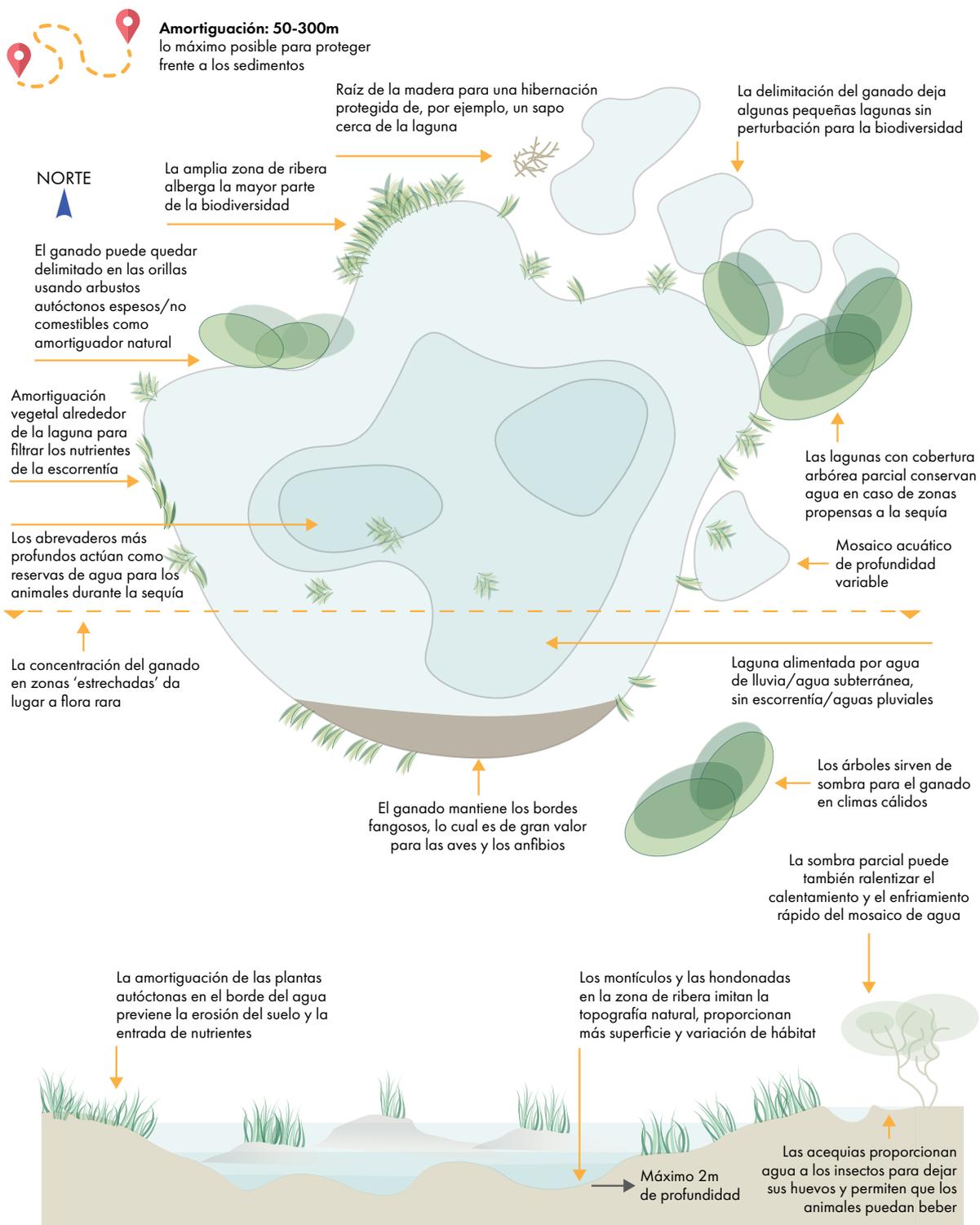


Fig. 25 - Diseño de una laguna CLIMA rural. Este diseño aporta múltiples beneficios al paisaje rural, como la reducción al mínimo de la producción de gases de efecto invernadero, la prestación de servicios de retención frente a las inundaciones y retención de contaminantes, y el sustento de la biodiversidad. © Amphi International ApS

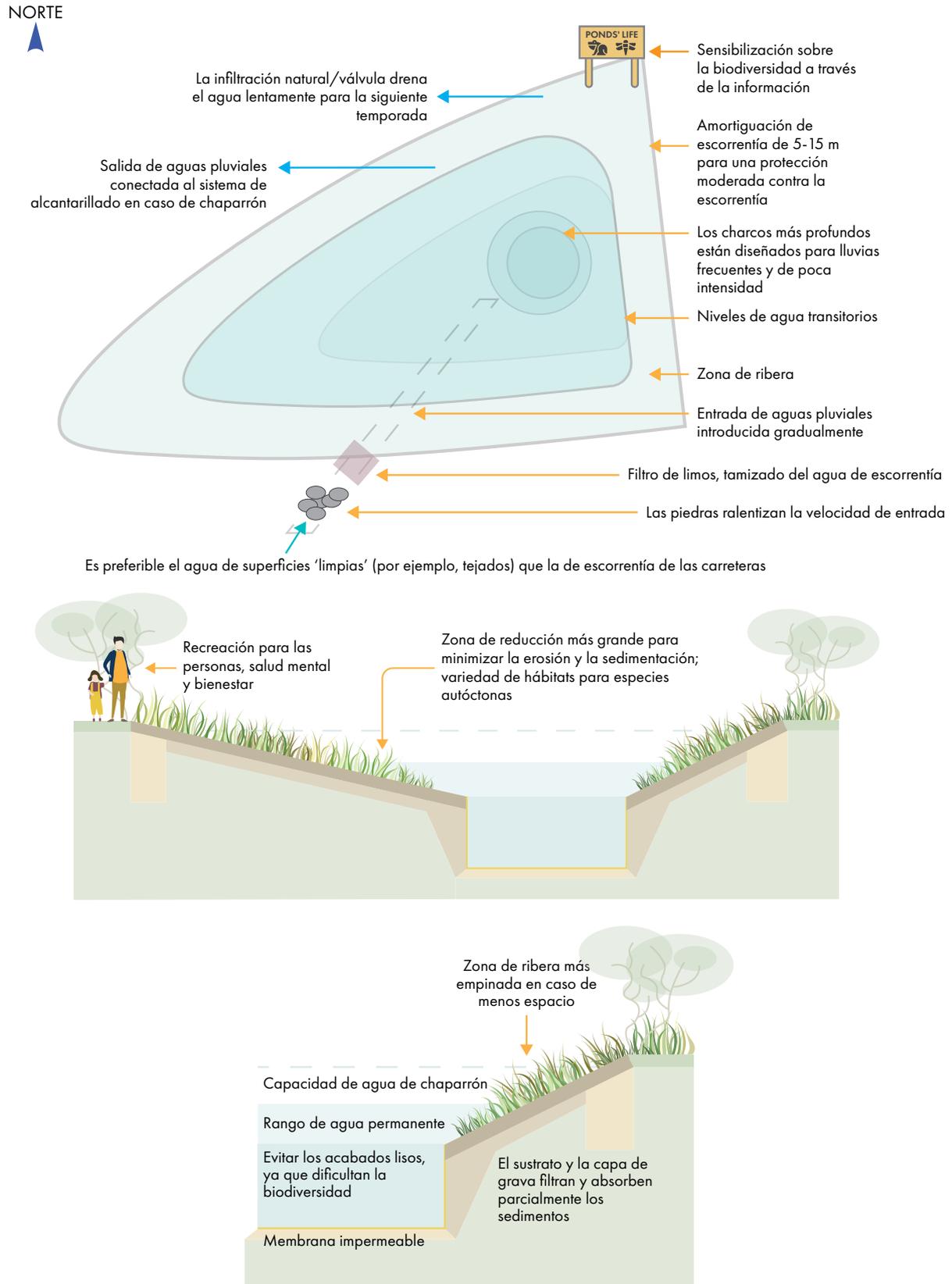


Fig. 26 - Diseño de una laguna CLIMA urbana. Este diseño es para ubicaciones en zona urbana que sobre todo busquen almacenar agua, retener contaminantes, minimizar la producción de gas de efecto invernadero y proporcionar beneficios a la biodiversidad cuando sea posible. © Amphi International ApS
El consorcio **PONDERFUL** publica por separado las normas **PONDERFUL** para el diseño de lagunas CLIMA.^[33,34]







5. Costes y limitaciones prácticas: financiación y promoción de planes de paisajes de lagunas

5.1 RETOS PRÁCTICOS Y COSTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAGUNAS

Los creadores de lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza se encuentran con una serie de limitaciones prácticas que limitan su ejecución. Una limitación clave es el coste. En este capítulo exploramos algunos de los problemas a los que puede enfrentarse la gente a la hora de pagar una laguna, el tipo de costes que hay que presupuestar, y cómo superar este reto. También debatiremos cómo la política puede ser a la vez un obstáculo y un facilitador para la implementación de lagunas y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza..

Costes de las lagunas

La gestión, restauración o creación de lagunas y paisajes de lagunas conlleva diversos costes. Entre ellos se incluyen los costes iniciales únicos y los costes continuos.

Los **costes únicos** llevan el proyecto de la idea a la construcción. Son costes que solo hay que afrontarlos al principio del proyecto tanto para restaurar una laguna existente como para crear una laguna nueva. Los costes únicos incluyen todos los costes asociados con el desarrollo, la planificación e implementación del proyecto.

Los **costes continuos** son aquellos asociados al mantenimiento de la laguna o del paisaje de lagunas una vez que ya ha sido gestionado, restaurado o creado. Algunos ejemplos son la supervisión continua, las pequeñas reparaciones de la infraestructura de la laguna, la eliminación periódica de especies invasoras y la gestión de los impactos del uso público para proteger la biodiversidad. Los costes continuos pueden ir aumentando o disminuyendo con el tiempo, dependiendo de cómo se desarrolle el paisaje de lagunas (por ejemplo, cuánta gente lo visita, el éxito en la creación de lagunas, futuras presiones externas a las lagunas como la intensificación de la agricultura en zonas vecinas).

Financiación: cubrir los costes

La falta de financiación suficiente es una barrera clave para la adopción de soluciones basadas en la naturaleza en general, y también es un reto para las lagunas. El proyecto de investigación **PONDERFUL** ha ofrecido un buen resumen de este problema ^[35,36].

En la actualidad, las soluciones basadas en la naturaleza se financian principalmente con fondos públicos, aunque la financiación privada va aumentando. Sin embargo, hay muchas maneras distintas de financiar los paisajes de lagunas. El inventario de finanzas sostenibles de **PONDERFUL** (Tabla 6) identifica 24 'instrumentos de financiación' diferentes que los promotores de lagunas pueden usar para pagar las lagunas, como medidas generadoras de ingresos públicos para el gobierno o los propietarios privados, subvenciones y ayudas públicas, donaciones privadas, préstamos, inversiones y contratos.^[35]

Las fuentes de financiación difieren mucho, por lo que llevan asociadas distintas obligaciones y requisitos. Estas diferencias suponen que cada fuente de financiación tiene distintas fortalezas y debilidades, lo que las hace adecuadas para distintos tipos de proyectos.

Tabla 6 - Inventario de fuentes de financiación de PONDERFUL (McDonald et al. 2023)

Categoría principal	Definiciones de las categorías	Instrumentos
1. Instrumentos de ingresos	Instrumentos para recaudar impuestos que luego pueden utilizarse para financiar soluciones basadas en la naturaleza. Algunos pueden ser utilizados por los propietarios de tierras (1.1, 1.4 y 1.5); otros sólo pueden ser recaudados por asociaciones autorizadas por los gobiernos (1.2 y 1.3) o por los gobiernos (1.6).	1.1 Cuotas de usuarios 1.2 Distritos de mejora empresarial 1.3 Tasas de mejora 1.4 Derechos de explotación y arrendamientos 1.5 Venta de bienes de mercado 1.6 Otras medidas de recaudación
2. Enfoque de contratación (reducción de costes/reestructuración)	Acuerdos jurídicos que reducen o reestructuran los costes de financiación de las soluciones basadas en la naturaleza, ya sea proporcionando activos o el uso de activos a precios inferiores a los del mercado (2.1) o transfiriendo la financiación de los costes iniciales a cambio de pagos continuos (2.2).	2.1 Transferencia de activos comunitarios 2.2 Colaboración público-privada
3. Contribuciones voluntarias/donaciones	Pagos voluntarios realizados por voluntad propia, ya sea como beneficiario directo de las soluciones basadas en la naturaleza (3.2) o simplemente para contribuir (3.1, 3.3).	3.1 Contribuciones filantrópicas 3.2 Contribuciones voluntarias de los beneficiarios 3.3 Financiación colectiva
4. Derechos/permisos negociables y pago por servicios ecosistémicos	Los ingresos se obtienen vendiendo los 'derechos' a los servicios ecosistémicos generados por las soluciones basadas en la naturaleza. Este pago puede ser relativamente informal (4.1) o a través de mercados estructurados para la mitigación del cambio climático (4.2), para compensar los daños a la biodiversidad en otros lugares (4.3) o para reducir los contaminantes del agua (4.4).	4.1 Pago por los servicios ecosistémicos 4.2 Instrumentos basados en transferencias: mercados voluntarios de carbono 4.3 Instrumentos basados en transferencias: Compensaciones de biodiversidad y bancos de hábitats 4.4 Instrumentos basados en transferencias: Sistemas de comercio de la calidad del agua
5. Subvenciones	Las subvenciones son una contribución financiera del gobierno a una persona, empresa u organización para promover resultados socialmente beneficiosos. Pueden ser pagos continuos (o desgravaciones fiscales) vinculados a resultados o producción (5.1, 5.2)	5.1 Subvenciones medioambientales 5.2 Ventajas fiscales
6. Becas	Contribución directa del gobierno (local, nacional o de la UE) a un beneficiario a cambio de realizar una actividad específica. Las becas suelen ser pagos únicos (aunque pueden fraccionarse) y a menudo competitivos (6.1).	6.1 Becas
7. Instrumentos de crédito	Transferencia de capital a cambio de la promesa de reembolsar ese capital a lo largo del tiempo, generalmente con intereses. Puede tratarse de un préstamo directo de un prestamista a un prestatario (7.1) o de una mediación a través de los mercados de deuda (7.2).	7.1 Préstamos y préstamos verdes 7.2 Bonos y bonos verdes
8. Modelos de propiedad (financiación participativa)	Financiación obtenida mediante la venta de una participación en la propiedad de las soluciones basadas en la naturaleza, potencialmente con derecho a parte de sus beneficios. Esto puede estar motivado por un deseo de tener impacto (8.1) o ser puramente comercial (8.2).	8.1 Inversión de impacto 8.2 Inversión comercial



Consejos prácticos para cubrir costes

Para ayudarte a elegir entre las distintas maneras de pagar tu proyecto de paisaje de lagunas, los siguientes pasos pueden ayudar:

- **Conocer el proyecto del paisaje de lagunas:** ¿Qué beneficios generará y para quién? ¿Qué costes supondrá (excavadora, trabajadores, revestimiento, pasarelas)? Tener una idea clara de la magnitud de los costes financieros ayuda a identificar las opciones de financiación. Una idea clara de los beneficios puede ayudar a identificar las fuentes de ingresos, o a fortalecer tu capacidad para generar financiación.
- **Revisar todas las opciones de financiación:** Esto incluye fuentes de financiación tanto públicas (como becas de gobiernos regionales o nacionales y subvenciones medioambientales o para usos del suelo), como privadas. Aprovechar las fuentes de financiación privadas puede resultar más complicado, sobre todo porque esta perspectiva puede ser básicamente distinta de la que adopta un gestor de lagunas, un científico naturalista, un ingeniero o un arquitecto paisajista, pero puede permitir la realización de más proyectos de lagunas o de mayor envergadura.
- **Pensar en grande:** Puede resultar difícil financiar lagunas individuales, pero pueden surgir opciones de financiación adicionales cuando se propone un paisaje de lagunas como parte de un proyecto más amplio, por ejemplo, paisajes de lagunas como componente de una zona recreativa más grande, o como parte de un desarrollo de infraestructuras.
- **Impulsar cambios políticos:** Los paisajes de lagunas generan principalmente bienes públicos difíciles de financiar, como la mejora de la biodiversidad. La financiación pública y los enfoques políticos novedosos, como la creación de mercados para los beneficios de la biodiversidad u otros servicios ambientales, pueden generar ingresos. El sitio de demostración de **PONDERFUL** llamado 'Agricultura respetuosa con el agua' (casos de éxito 6.1 y 6.4) ofrece un ejemplo del posible beneficio de una nueva política: las partes interesadas elogiaron las políticas de concesión de licencias de distrito † que financian la creación de lagunas para una especie europea protegida, el tritón crestado gigante.

Superar las limitaciones políticas

Las políticas pueden tanto ayudar como dificultar la gestión y creación de paisajes de lagunas. Existen obstáculos comunes planteados por las políticas europeas, nacionales y regionales. Los sitios de demostración de **PONDERFUL** proporcionan ejemplos de cómo tales limitaciones pueden superarse.

Las políticas relacionadas con los paisajes de lagunas suelen dar prioridad al valor económico frente a los objetivos de biodiversidad, primando los usos perjudiciales del suelo. Por otra parte, a pesar de los posibles beneficios generados por las lagunas, éstas son a menudo desatendidas en comparación con otros hábitats, y suelen quedar fuera de las políticas de la UE en materia de agua y biodiversidad, o no se tienen suficientemente en cuenta en los programas de aplicación de los Estados miembros. Entre los retos detectados en la evaluación de las políticas de la UE realizada por **PONDERFUL** figuran también los siguientes.^[37]

- Desconfianza entre los responsables políticos y los propietarios privados.
- Falta de interés por parte de los agricultores por las limitaciones operativas.
- Obtención de financiación para proyectos inmobiliarios privados (la financiación es más fácil de obtener cuando hay claros beneficios públicos).
- Encontrar financiación a largo plazo para la gestión de las lagunas.
- Falta de recursos para el monitoreo. A menudo, las instituciones encargadas de la supervisión se enfrentan a limitaciones de recursos o carecen de interés, y faltan datos de referencia, investigaciones o directrices técnicas.
- Los procesos de concesión de permisos para la creación o restauración de lagunas pueden ser tediosos en algunos países.
- Falta de intercambio de conocimientos sobre los beneficios de las lagunas y las soluciones basadas en la naturaleza, lo que dificulta la adopción y aplicación de políticas.

Algunos ejemplos proporcionados por los sitios de demostración de **PONDERFUL**:

- En La Pletera (España) y Schöneiche (Alemania), los responsables políticos reformaron las políticas municipales para reformular los objetivos políticos de modo que equilibren el crecimiento económico con la protección del patrimonio natural.
- La designación de las lagunas y el paisaje de lagunas como zonas protegidas, como en Pikhadendonk (Bélgica), y Schöneiche (Alemania), ha permitido mejorar la planificación y el acceso a la financiación (como La Pletera (España) y mejora institucional (La Pletera, España)). Las designaciones nacionales o locales ofrecen ventajas similares a las internacionales, pero a menudo resultan más eficaces para restringir los usos nocivos del suelo. Cuando aún no existen las zonas protegidas, los municipios pueden utilizar los planes de zonificación como 'trampolín' para su posterior inclusión en áreas protegidas o documentos de planificación, como ha ocurrido en Rhône Genevois (Suiza), La Pletera (España), y Schöneiche (Alemania).

† Las políticas de concesión de licencias de los distritos crean un procedimiento simplificado para que las urbanizaciones compensen su impacto en las lagunas con tritón crestado gigante. Los promotores pagan cantidades fijas a los creadores de lagunas, que desarrollan estratégicamente nuevos hábitats para el paisaje de lagunas



- Los planes de zonificación y las áreas protegidas también pueden ayudar a acelerar los procesos de concesión de permisos para la creación de lagunas (por ejemplo, Dinamarca, Alemania y Uruguay). La designación de microrreservas locales puede ayudar a definir acuerdos con los propietarios de los terrenos y, en algunos casos, ser objeto de financiación por parte de empresas privadas, que pueden, por ejemplo, dar su nombre a la reserva.
- La financiación de medidas por parte de agentes privados es escasa, pero existe, y a menudo implica acuerdos de administración ad-hoc. Los acuerdos entre las instituciones públicas y los propietarios de terrenos suelen centrarse en las áreas protegidas (como Suiza, Reino Unido), mientras que los acuerdos entre los propietarios de terrenos y las organizaciones civiles se expanden a otras zonas (Bélgica, Suiza, Reino Unido).
- Se observa un seguimiento satisfactorio de las lagunas cuando las organizaciones de la sociedad civil se hacen cargo de ellos (por ejemplo, en Suiza y Turquía), cuando las lagunas se agrupan en unidades de seguimiento (Albera, España) o cuando existen proyectos a largo plazo para las lagunas (Lystrup, Dinamarca).
- La concesión de permisos para la creación de lagunas y la regulación del uso del suelo son más eficaces cuando se integran en normativas de zonificación (por ejemplo, Dinamarca y Alemania), se vinculan a zonas protegidas (Uruguay) o se conectan a planes de financiación (Reino Unido).
- Las instituciones eficaces suelen surgir de un presupuesto sostenido y se desarrollan con el tiempo, como se ha visto en La Pletera (España), y Pinkhill Meadow (Reino Unido). Pueden estar vinculadas a áreas protegidas o a organizaciones de la sociedad civil que colaboran con las autoridades locales.
- La identificación local con el paisaje de lagunas puede incrementarse mediante el estatus de zona protegida, la educación ambiental y la divulgación de la investigación, como se ha visto en Bélgica, Reino Unido, Alemania, España, Suiza y Turquía.
- La investigación juega un papel fundamental a la hora de apoyar las políticas al aportar pruebas, como se ha visto en La Pletera (España), y confirmando los beneficios generados por las lagunas (como Dinamarca, Reino Unido). La investigación también ha aumentado la voluntad pública de poner en marcha soluciones basadas en la naturaleza (España, Uruguay).

Para obtener más información sobre estas historias de éxito, ver el Capítulo 6.

5.2 PROMOCIÓN DE LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA DE LAS LAGUNAS Y PAISAJES DE LAGUNAS

Las lagunas y paisajes de lagunas generan una serie de beneficios para distintos grupos de personas (ver Capítulo 3).



La creación o restauración de los paisajes de lagunas resulta más sencilla cuando las partes interesadas son conscientes de sus beneficios. El proyecto **PONDERFUL** identificó una serie de formas de obtener apoyo a un plan de soluciones basadas en la naturaleza para lagunas o paisajes de lagunas que incluya:

- **Involucrar a las comunidades:** cuando las poblaciones locales tienen una visión positiva de las contribuciones de los paisajes de lagunas y ven el potencial que tienen para mejorar su calidad de vida, esto aumenta el apoyo público a la gestión, restauración y creación.
- **Fomentar el apoyo técnico y el intercambio de conocimientos:** Los gestores de los paisajes de lagunas se benefician de un apoyo técnico específico, de la colaboración y del intercambio de conocimientos para ayudar a la aplicación de medidas de solución basadas en la naturaleza. Hasta ahora, el apoyo y los intercambios en relación a la implementación de soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático y su mitigación se han centrado en ríos y arroyos, humedales, páramos, bosques y turberas. Es importante aumentar la visibilidad y la apreciación pública por los paisajes de lagunas, que pueden proporcionar los mismos beneficios. Esto aseguraría la cohesión en la gestión de todas las masas de agua dulce.
- **Celebrar los éxitos:** Deberían compartirse los ejemplos positivos de soluciones basadas en la naturaleza. Estas historias de éxito demuestran el potencial de las soluciones basadas en la naturaleza y pueden ser un poderoso incentivo para que otros gestores de lagunas adopten prácticas mejores. Los proyectos de demostración pueden mostrar los beneficios de las prácticas sostenibles y ayudar a generar confianza en estos enfoques. Para facilitar el aprendizaje generalizado, la información debe compartirse de forma que sea fácilmente accesible.
- **Red:** Es importante facilitar el intercambio de conocimientos entre múltiples niveles y diferentes grupos de partes interesadas. A nivel regional, esto debería incluir a las comunidades y las autoridades locales, los responsables políticos regionales y la sociedad civil. También puede ser necesario incluir a los organismos legales y reguladores, ya que estos grupos trabajan juntos para dar forma a las decisiones de gestión. La idea es crear un entorno que fomente el aprendizaje y sienta las bases para vincular a visitantes, habitantes, sociedad civil, gestores y responsables de la toma de decisiones a todos los niveles.
- **Comunicar y educar:** Se necesitan las campañas educativas para concienciar sobre el valor de los paisajes de lagunas, incluidas las contribuciones que hacen a las personas y las especies que pueden albergar, así como las amenazas a las que se enfrentan. Esto puede fortalecer el sentimiento de pertenencia y la conexión de las partes interesadas con las lagunas y paisajes de lagunas.





6. Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza: historias de éxito de los sitios de demostración de PONDERFUL

6.1 Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para la biodiversidad

- Creación de un punto caliente de biodiversidad, con un paisaje de lagunas pequeño: Pinkhill | [Pág. 106](#)
- Creación de un punto caliente de biodiversidad, con un paisaje de lagunas grande: Bois de Jussy | [Pág. 107](#)
- Fomento de las comunidades de anfibios creando hábitats y translocación de poblaciones del tritón crestado gigante: Pikhakendonk | [Pág. 108](#)
- Gestión activa de las especies de anfibios amenazadas: islas Fyn | [Pág. 109](#)
- Conservación de lagunas litorales lacustres para el fomento de las comunidades de aves: Lago Mogan | [Pág. 110](#)
- Los paisajes de lagunas y las lagunas de aguas limpias son fundamentales para mantener la biodiversidad de agua dulce: Water Friendly Farming (WFF) | [Pág. 111](#)

6.2 Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para reducir el riesgo de inundaciones

- Implementación de un estanque en un parque público, para la protección de las aguas pluviales y la mejora de la biodiversidad: Lystrup | [Pág. 112](#)
- Un paisaje de lagunas para mitigar las inundaciones: Gölbaşı Düzlüğü | [Pág. 113](#)

6.3 Los paisajes de lagunas como sistemas de depuración

- Lagunas para el tratamiento de la escorrentía procedente de la agricultura: Bois de Jussy | [Pág. 114](#)

6.4 Paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para optimizar el balance de carbono

- Las lagunas de aguas limpias suponen una menor emisión de carbono: Water Friendly Farming (WFF) | [Pág. 115](#)

6.5 Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para la producción de alimento

- La ganadería extensiva convive con la biodiversidad acuática: Uruguay | [Pág. 116](#)

6.6 Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para el turismo y la salud

- Convivencia de hábitats naturales y turismo: La Pletera | [Pág. 117](#)
- Control de mosquitos en zonas turísticas: La Pletera | [Pág. 118](#)

6.7 Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para la educación

- Creación de un centro educativo para la naturaleza sobre el agua y las lagunas en el centro del municipio: Schöneiche | [Pág. 119](#)
- Un proyecto de parque popular: Gölbaşı Düzlüğü | [Pág. 120](#)

6.8 Los paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para el apoyo de identidades

- Lagunas temporales, identidad local y recreación: Albera | [Pág. 121](#)

6.9 Gestión de los usos del suelo en un paisaje de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la calidad de los hábitats

- Gestión de los usos del suelo en un paisaje de lagunas para reducir los impactos de la agricultura: Albera | [Pág. 122](#)
- Gestión activa de la conservación de la biodiversidad del paisaje de lagunas con múltiples partes interesadas: Gette Vallei | [Pág. 123](#)

6.10 Protegiendo un paisaje de lagunas

- La designación de un paisaje de lagunas como reserva natural: Tommelen | [Pág. 124](#)

6.11 Multifuncionalidad a nivel de paisaje de lagunas

- Complementariedad de los tipos de lagunas y de funciones en un paisaje de lagunas: Rhône Genevois | [Pág. 125](#)



6.1 LOS PAISAJES DE LAGUNAS PARA LA BIODIVERSIDAD

CREACIÓN DE UN PUNTO CALIENTE DE BIODIVERSIDAD CON UN PAISAJE DE LAGUNAS PEQUEÑO EN LA LLANURA ALUVIAL (REINO UNIDO)

PAISAJES DE LAGUNAS PINKHILL

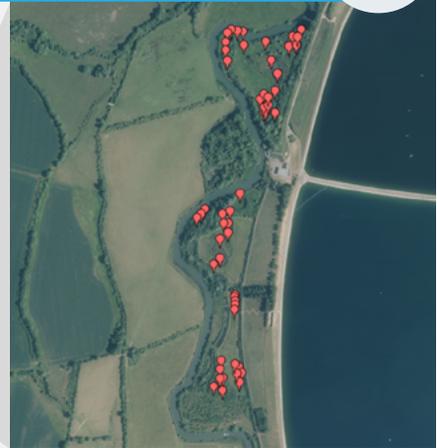
CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 12 ha
57 lagunas (2.7 ha de superficie acuática)

Cubierta vegetal dominante:

- paisaje de lagunas: pradera inundable de baja intensidad
- entorno circundante: agricultura, depósito de almacenamiento de agua

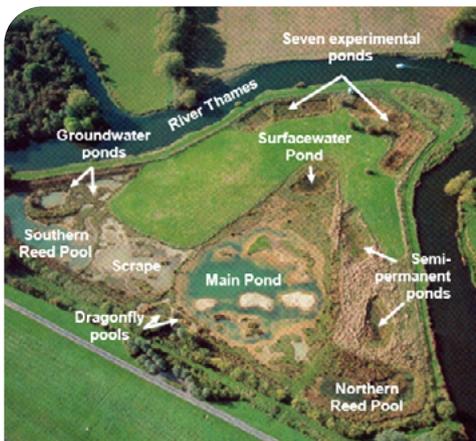
Zona bioclimática: Oceánica



El paisaje de lagunas de Pinkhill está situado en la antigua llanura aluvial del río Támesis, que cuenta con un amplio patrimonio de humedales. El primer complejo de lagunas (creado en 1990) tiene menos de 3 ha de superficie, pero es excepcionalmente rico y alberga en la actualidad alrededor del 20% de todas las especies de plantas de agua dulce e invertebrados de mayor tamaño de Gran Bretaña. La riqueza del lugar se debe a una serie de factores. Hay lagunas de distintos tamaños, desde 5 m² hasta 0.3 ha. Algunas lagunas se secan cada año y otras son semipermanentes, lo que proporciona muchos hábitats diferentes. La mayoría de las lagunas tienen amplias zonas de aguas poco profundas y humedales en sus bordes. Era importante diseñar las lagunas de modo que la calidad de sus aguas fuera lo más limpia posible. Para ello, ninguna de las lagunas tiene conexión directa con el contaminado río Támesis. Además, la mayoría de las lagunas se alimentan de aguas subterráneas con bajos niveles de nutrientes contaminantes.

La gestión se lleva a cabo para mantener el valor de conservación del lugar, garantizar la visibilidad para los visitantes y aumentar el conocimiento científico. Esto incluye el pastoreo de ganado, la gestión de matorrales, la tala de praderas, la creación de nuevas lagunas y la gestión/remodelación de las lagunas existentes. La gestión corre a cargo de Thames Water, junto con proyectos de otros socios emprendidos con la ONG Freshwater Habitats Trust.

Pinkhill demuestra claramente que es posible crear nuevos paisajes de lagunas con un valor excepcional para la biodiversidad, incluso cuando la disponibilidad de terrenos es bastante limitada.



▲ La pradera Pinkhill es una de las tres praderas inundables en este paisaje de lagunas

La pradera Pinkhill ►

▼ *Arvicola amphibius*



© FHT



▲ *Baldellia Ranunculoides*



© FHT



▲ *Juncus compressus*



CREACIÓN DE UN PUNTO CALIENTE DE BIODIVERSIDAD CON UN PAISAJE DE LAGUNAS GRANDE (SUIZA)

PAISAJES DE LAGUNAS BOIS DE JUSSY



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 610 ha
69 lagunas (3 ha de superficie acuática en total)

Cubierta vegetal dominante:
- paisaje de lagunas: bosque
- entorno circundante: agricultura

Zona bioclimática: Continental (con influencia oceánica)



Este gran paisaje de lagunas se encuentra en un bosque cercano a la ciudad de Ginebra. Una docena de las grandes lagunas se excavaron en los años sesenta con el fin de drenar el bosque y almacenar agua en caso de incendio. Hoy en día, el principal objetivo de gestión es la conservación de la biodiversidad. Se han excavado otras lagunas de diversos tamaños en el sustrato arcilloso.

Este paisaje de lagunas es un punto caliente de biodiversidad local, que alberga 2/3 de la riqueza regional de plantas acuáticas, libélulas y anfibios (incluidas las especies prioritarias de conservación como el galápago europeo (*Emys orbicularis*) y el sapo de vientre amarillo (*Bombina variegata*)). La creación de estas lagunas ha beneficiado tanto a la biodiversidad acuática (plantas, invertebrados, anfibios y reptiles) como a la terrestre (mamíferos grandes y pequeños, murciélagos y aves).

Durante los últimos 20 años se ha llevado a cabo una gestión continua del paisaje de lagunas. El éxito se debe a:

- El apoyo de consultorías externas siguiendo un plan de gestión prescrito que tiene como objetivo la biodiversidad (creación de lagunas, restauración de lagunas, eliminación de especies exóticas, gestión de árboles, gestión de hábitats terrestres, mejora de la conectividad entre las lagunas).
- Creación de una densa red de lagunas de diferentes tamaños (desde 300 pequeñas lagunas de 1 m² hasta grandes lagunas de 5000 m²), formas y diseños. Los bosques seminaturales garantizan una buena conectividad entre las lagunas.
- La aplicación de estatutos de protección.
- Reintroducción de especies amenazadas.

El alto nivel de gestión activa requerida implica la necesidad de una financiación continua. Se ha demostrado que las medidas de gestión son clave para la exitosa protección y mejora de la biodiversidad en este sitio.



© HES-SO



▲ *Bombina variegata* © Eric Sansault



▲ *Emys orbicularis* © Maurizio amendolia



FOMENTO DE LAS COMUNIDADES DE ANFIBIOS: CREACIÓN DE HÁBITATS Y TRANSLOCACIÓN DE LAS POBLACIONES DEL TRITÓN CRESTADO GIGANTE (BÉLGICA)

PAISAJES DE LAGUNAS PIKHAKENDONK



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 5 km²
62 lagunas (10.2 ha de superficie acuática))

Riqueza de especies de anfibios: 7

Cubierta vegetal dominante: ganadería extensiva y praderas

Zona bioclimática: Atlántica



El paisaje de Pikhakendonk se compone en gran parte de prados dispersos en una densa red de viejos matorrales de espino y algunas manchas de bosque. El paisaje de lagunas es una zona NATURA 2000 y contiene 62 pequeñas lagunas. Varias de estas lagunas se han creado recientemente en el marco de un proyecto de translocación del tritón crestado gigante (*Triturus cristatus*). Varias lagunas y acequias antiguas se han restaurado mediante dragado y reperfilado de los márgenes para mejorar la idoneidad del hábitat para las comunidades acuáticas.

La comunidad de anfibios actual es especialmente rica y abundante, con la presencia de dos especies listadas en la Directiva Hábitats (el tritón crestado gigante (*Triturus cristatus*), la rana común (*Rana temporaria*)) y otras cinco especies (sapo común (*Bufo bufo*), rana europea común (*Pelophylax ridibundus/kurtmuelleri*), tritón alpino (*Ichthyosaura alpestris*), tritón común (*Lissotriton vulgaris vulgaris*), y la no nativa rana verde levantina (*Pelophylax bedriagae*)).

En 2016, una población existente de tritón crestado gigante de una localidad cercana (a unos 15 km) fue trasladada al paisaje de lagunas por petición del gobierno flamenco en colaboración con la Agencia para la Naturaleza y los bosques (ANB) y el Instituto de investigación para la naturaleza y los bosques (INBO). La traslocación se necesitó ya que el hábitat original de esta especie iba a resultar dañado por la restauración a gran escala del río en el valle del Dijle.

Además de esta traslocación de los individuos adultos, la INBO estableció un programa científico de cría. Los juveniles (3205 individuos) criados en cautividad se liberaron en varias lagunas (entre 2017-2020). La INBO y Natuurpunt (una asociación voluntaria independiente) controlan periódicamente la dinámica de la población trasladada de tritones. En 2023 la traslocación se consideró como exitosa ya que se encontró tritón crestado gigante en múltiples lagunas y la población recientemente establecida parecía reproducirse con éxito. La traslocación es un buen ejemplo de soluciones basadas en la naturaleza cuando los hábitats están muy aislados, ya que esto impide la colonización natural.



© Louisa Plüskow



◀ *Triturus cristatus* © Pieter Jan Alles



© Louisa Plüskow



GESTIÓN ACTIVA DE ESPECIES DE ANFIBIOS AMENAZADOS (DINAMARCA)

PAISAJES DE LAGUNAS FYN ISLANDS



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 15 km²
64 lagunas (4 ha de superficie acuática)

Riqueza de especies de anfibios: 5

Cubierta vegetal dominante:

- paisaje de lagunas: pastizal
- entorno circundante: pastizal y terrenos arables

Zona bioclimática: Continental



El paisaje de lagunas de Fionia comprende Ærø, Avernakø y Birkholm, tres pequeñas islas (con 88 km², 6 km² y 1 km² respectivamente) de las aproximadamente 55 islas del archipiélago del sur de Fionia. La mayor parte de las tierras de estas islas se destinan a la agricultura.

Este archipiélago es un 'punto caliente' para el sapo de vientre de fuego europeo (*Bombina bombina*), una especie que se encuentra altamente amenazada en Europa. Hoy en día, esta especie se encuentra en numerosas lagunas de las tres islas gracias a más de 35 años de gestión de paisajes de lagunas para la especie. Solo dos poblaciones de Avernakø and Hjortø son originales, las demás en el resto de islas han sido restauradas con ayuda de un programa de cría. Los hábitats de los sapos se encuentran parcialmente protegidos por dos sitios de la Red Natura 2000, establecidos especialmente para la especie.

La gestión de las lagunas para el sapo de vientre de fuego europeo tiene por objeto mejorar y ampliar los hábitats acuáticos y terrestres, así como preservar la variabilidad genética de las poblaciones restantes. Gracias a varios proyectos financiados por entidades locales e internacionales (Programa LIFE de la UE), se han creado o restaurado más de 80 lagunas desde la década de 1990. Además, en Avernakø casi 35 ha de tierras de cultivo se han transformado permanentemente en praderas en las que no se utilizan fertilizantes, pesticidas ni tratamientos del suelo.

La creación y restauración de lagunas en agrupaciones favorece la conectividad de los hábitats y aumenta la diversidad de los hábitats acuáticos. Asimismo, los ayuntamientos y la Agencia Danesa de la Naturaleza han ayudado a los ganaderos a iniciar el pastoreo financiando el vallado de las praderas. El pastoreo con las especies adecuadas y a la densidad correcta, es un factor clave para mantener los hábitats en condiciones favorables para los anfibios.

A medida que las comunidades locales de los paisajes de lagunas se familiarizaban con la especie, esta historia de éxito ha contribuido a aumentar la concienciación y los conocimientos medioambientales del público. *Bombina bombina* también se utiliza para publicitar atracciones turísticas locales (por ejemplo, visitas guiadas para ver y escuchar los cantos de los sapos).



© Aarhus University

Bombina bombina © Marek Szczepanek



CONSERVACIÓN DE LAGUNAS LITORALES LACUSTRES PARA EL FOMENTO DE LAS COMUNIDADES DE AVES (TURQUÍA)

PAISAJES DE LAGUNAS LAKE MOGAN (DIKKUYRUK)



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 1.8 km²
15-20 lagunas (6.8 ha de superficie acuática)

Riqueza de especies de aves: 83

Cubierta vegetal dominante:

- paisaje de lagunas: reserva natural
- entorno circundante: periurbano y rural

Zona bioclimática: Clima estepario árido y frío de Anatolia Central



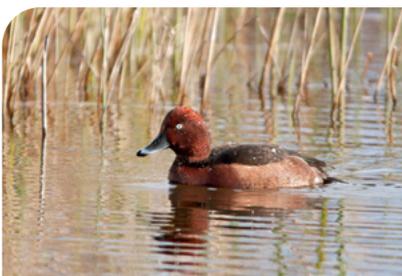
El paisaje de lagunas del lago Mogan incluye varias lagunas litorales que se formaron por el descenso del nivel del agua tras la construcción de una gran compuerta aguas arriba en 2015. Este paisaje de lagunas es un elemento clave en la conservación de la comunidad de aves del lago a una escala geográfica más amplia. De hecho, el lago Mogan está catalogado como una 'Zona de Especial Protección para las Aves' (ZEPA) en Turquía, con unas 249 especies de aves identificadas en la región (83 especies de aves acuáticas). El lago, y especialmente el paisaje de lagunas, proporciona hábitat para la cría de garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*), el pato colorado (*Netta rufina*), el porrón pardo (*Aythya nyroca*; casi amenazada en la Lista Roja global de la UICN) y la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*; en peligro en la Lista Roja de la UICN).

Además de la importante comunidad de aves, la zona es especialmente rica en otros grupos (anfibios, reptiles, mamíferos), aunque la comunidad de invertebrados requiere más estudios. La zona también alberga grandes poblaciones de la planta endémica *Centaurea tchihatcheffii* (En Peligro Crítico en la Lista Roja de la UICN), asociada a humedales que se secan en primavera y verano. Se encuentra en todas las estepas y pastizales del sur de Ankara hacia la llanura de Konya.

El paisaje de lagunas forma parte de la Zona Especial de Protección Medioambiental de Gölbaşı (ZEPMA de Gölbaşı), creada en 1992 para frenar la urbanización de la zona periurbana de Ankara y proteger y conservar el alto valor de biodiversidad de la zona. Su reciente plan de gestión incluye varias medidas dirigidas a la protección de la biodiversidad; el paisaje de lagunas está declarado zona 'Sensible A' (que exige la protección absoluta de cañaverales y lagunas). Entre las medidas aplicadas figuran:

- Prohibición de la construcción de zonas cerradas, excavación y llenado
- Prohibición de la pesca
- Eliminación de las instalaciones turísticas existentes
- Monitoreo y registro de especies de aves reproductoras
- Cierre de las zonas de cría de aves a las actividades humanas durante el periodo de reproducción
- Seguimiento de la planta *Centaurea tchihatcheffii*, y protección de la población clave de esta especie mediante el vallado.

Esta historia de éxito ilustra el gran beneficio aportado por un paisaje de lagunas litorales lacustres que sostiene y promueve la biodiversidad regional de agua dulce. .

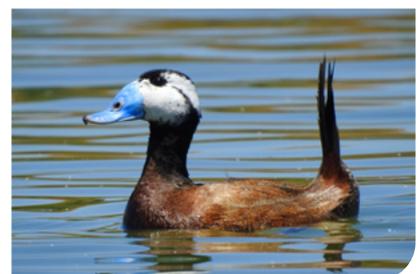


▲ *Aythya nyroca* © Moretta Tabaccata



© METU

▼ *Oxyura leucocephala* © Aissa Djamel Filali



LOS PAISAJES DE LAGUNAS Y LAS LAGUNAS DE AGUAS LIMPIAS SON VITALES PARA MANTENER LA BIODIVERSIDAD DE LAS AGUAS DULCES (REINO UNIDO)

PAISAJES DE LAGUNAS WFF



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 30 km²
123 lagunas (4,6 ha de superficie acuática)

Riqueza de especies de plantas: 86

Cubierta vegetal dominante:
Paisaje de lagunas: agricultura

Ambiente circundante: agricultura

Zona bioclimática: Océánica



El proyecto Water Friendly Farming (WFF) está situado en las Tierras Medias Inglesas. Su objetivo es investigar la eficacia de distintas técnicas que podrían favorecer la biodiversidad y las funciones del ecosistema en el paisaje.

La investigación de **PONDERFUL** demostró que las lagunas son vitales para mantener la biodiversidad de agua dulce en esta región agrícola, cuando se evalúan utilizando plantas acuáticas. En un área de 30 km², los estudios de todas las masas de agua (arroyos, riachuelos, acequias, lagunas) mostraron que casi todas (95%) las plantas de los humedales de la región se encontraban en lagunas, frente al 33% en acequias y el 40% en arroyos. Si desaparecieran todas las lagunas, más de la mitad de las especies de plantas de humedales (56%) desaparecerían de la zona. Estos resultados ponen de relieve lo importante que es mantener las redes de lagunas agrícolas si queremos conservar la biodiversidad de agua dulce en el campo.

En 2013 se crearon veinte nuevas lagunas de agua limpia gracias al proyecto Water Friendly Farming. Estas nuevas lagunas han demostrado ser excepcionalmente importantes para la biodiversidad regional de agua dulce. Diez años después de su creación, las lagunas de agua limpia albergaban siete especies raras de la región, entre ellas cinco que no están presentes en ninguna otra masa de agua. En conjunto, estas lagunas aumentaron la riqueza vegetal de los humedales de su cuenca en un 16%. La riqueza de especies raras regionales aumentó un 83%.

Los factores críticos para crear lagunas de agua limpia fueron:

- Asegurarse de que el terreno alrededor de las lagunas no estuviera contaminado: las mejores lagunas estaban rodeadas de pastizales no mejorados o bosques.
- Asegurarse de que las lagunas no tuvieran entradas de agua de arroyos o drenajes, ya que éstos suelen aportar contaminantes y sedimentos a las lagunas.

Estos resultados ponen de relieve el gran valor de crear nuevas lagunas de agua limpia y la necesidad de compartir orientaciones prácticas.



© Freshwater Habitats Trust



© Freshwater Habitats Trust



6.2 LOS PAISAJES DE LAGUNAS COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA REDUCIR EL RIESGO DE INUNDACIONES

CREACIÓN DE UNA LAGUNA EN UN PARQUE PÚBLICO, PARA LA PROTECCIÓN FRENTE A TORMENTAS Y MEJORAR LA BIODIVERSIDAD (DINAMARCA)

PAISAJES DE LAGUNAS LYSTRUP



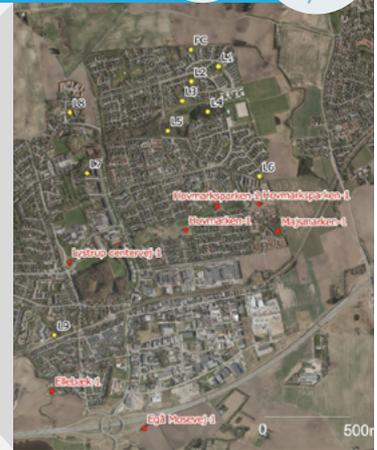
CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 5 km²
18 lagunas (2.1 ha de superficie acuática)

Volumen de agua acumulado: 18 600 m³
pero las zonas de amortiguación de la laguna permiten almacenar un volumen de agua mucho mayor durante las tormentas

Cubierta vegetal dominante: residencial (55%) y pastizal (40%)

Zona bioclimática: Continental



Tras varias fuertes tormentas que causaron enormes daños, el Ayuntamiento de Aarhus decidió que Lystrup se convirtiera en un proyecto piloto para la aplicación de varias soluciones basadas en la naturaleza (cuencas de retención de aguas pluviales, diques y cunetas). La Universidad de Aarhus puso en marcha un proyecto de demostración. En él participaron los residentes tanto en la fase de diseño como en la de ejecución, y combinó la adaptación al clima y la creación de hábitats para la biodiversidad. El objetivo era también aumentar el uso recreativo y la participación de las partes interesadas en el mantenimiento de la zona tras su construcción.

El proyecto de demostración, que abarcaba unas seis hectáreas en un gran parque urbano en el centro de Lystrup (Hovmarksparken), era una colaboración en la que participaban la comunidad local, un colegio, el ayuntamiento (el Ayuntamiento de Aarhus), una empresa de suministro de agua (Aarhus Vand) y científicos (la Universidad de Aarhus).

Se construyeron una gran laguna de retención, pantanos y un dique en lo que antes era un pastizal pobre en especies. Además, se creó una ONG ganadera para gestionar la zona, ofrecer visitas guiadas a la fauna y desarrollar actividades lúdicas específicas del lugar en paralelo a las obras de construcción.

La transformación del parque también exigió un cambio en su gestión mediante la integración de objetivos de biodiversidad: la reprogramación del régimen de siega y la introducción del pastoreo del ganado.

La laguna de retención ayuda a la biodiversidad, especialmente para los anfibios: el tritón común (*Lissotriton vulgaris*) y la rana común (*Rana temporaria*) ya crían allí, y se espera que el tritón crestado gigante (*Triturus cristatus*), especie protegida, también utilice estos hábitats en el futuro.

La eficacia de estas lagunas como solución basada en la naturaleza ha quedado demostrada tras varias tormentas. La nueva laguna, y los diques y cunetas asociados, han reducido los daños a propiedades e infraestructuras.



UN PAISAJE DE LAGUNAS PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES (TURQUÍA)

PAISAJES DE LAGUNAS GÖLBAŞI DÜZLÜĞÜ



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 0.4 km²
30 lagunas (1.7 ha de superficie acuática)

Volumen de agua acumulada durante una inundación: 1 millón m³

Cubierta vegetal dominante:
- paisaje de lagunas: humedal
- entorno circundante: urbano



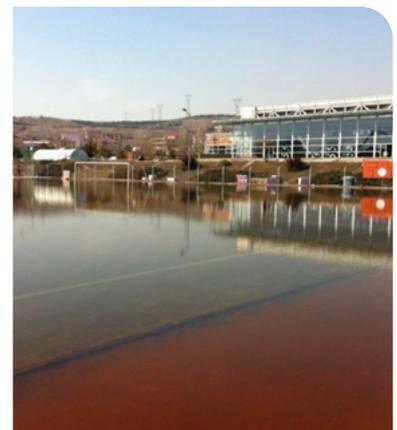
Zona bioclimática: Clima estepario árido y frío de Anatolia Central

El paisaje de lagunas de Gölbaşı Düzlüğü formaba parte del lago Eymir, situado aguas arriba. Se creó con la construcción de autopistas y la reducción del nivel del agua de los lagos Mogan y Eymir. Esto dio lugar a la formación de 30 lagunas dentro de un denso cinturón de juncos en la zona húmeda entre ambos lagos. El agua del lago Mogan, aguas arriba, atraviesa un canal revestido de hormigón, cruza el paisaje de lagunas de Gölbaşı Düzlüğü y, finalmente, entra en el lago Eymir. El paisaje de lagunas tiene una capacidad de almacenamiento de agua muy elevada, de aproximadamente 1 millón de m³. Este gran volumen hace que el paisaje de lagunas sea muy eficaz para prevenir las inundaciones río abajo. Esta característica lo convierte en un excelente ejemplo de infraestructura verde en una zona urbana.

El lago Mogan, situado aguas arriba, se desborda periódicamente debido a las fuertes lluvias, sobre todo en primavera, dañando las zonas circundantes. Por ejemplo, las inundaciones de 2011 y 2012 causaron graves daños en el distrito de Gölbaşı y sus alrededores. El 'Plan de Gestión de Inundaciones de la Cuenca de Ankara', publicado por el Ministerio de Agricultura y Silvicultura, demostró el impacto de las inundaciones. Basándose en ello, Gölbaşı Düzlüğü puede retener agua de inundaciones severas (que se producen una vez cada 500 años). Se elaboró un modelo hidrológico del paisaje de lagunas de Gölbaşı Düzlüğü para investigar la capacidad de prevención de inundaciones de la zona. Este paisaje de lagunas tiene el potencial de retener el exceso de agua durante un período de tiempo significativo, lo que permite el drenaje natural y ayuda a proteger Ankara.

Dado que las lagunas están rodeadas de densos juncos, proporcionan un buen refugio y zonas de cría para las aves. Casi todas las especies que crían en las lagunas del paisaje de lagunas del lago Mogan también crían aquí (véase más arriba el sitio de demostración del lago Morgan).

En los últimos años también se ha intentado restaurar y conservar el paisaje de lagunas aprovechando su potencial a través de un proyecto de parque popular. El paisaje de lagunas tiene un gran potencial para mejorar el bienestar de la población local.



Vistas del paisaje de lagunas y de las zonas inundadas alrededor del lago Mogan
© METU & O. Çağrı Bozkurt



6.3 LOS PAISAJES DE LAGUNAS COMO SISTEMAS DE DEPURACIÓN

LAS LAGUNAS PARA EL TRATAMIENTO DE LA ESCORRENTÍA PROCEDENTE DE LA AGRICULTURA.

PAISAJES DE LAGUNAS BOIS DE JUSSY



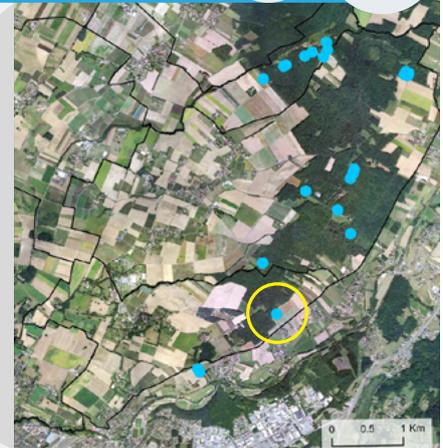
CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 610 ha
69 lagunas y 300 pequeñas charcas
(3 ha de superficie acuática)

Cubierta vegetal dominante:
- paisaje de lagunas: bosque
- entorno circundante: agricultura

Zona bioclimática: Continental (influencia oceánica)

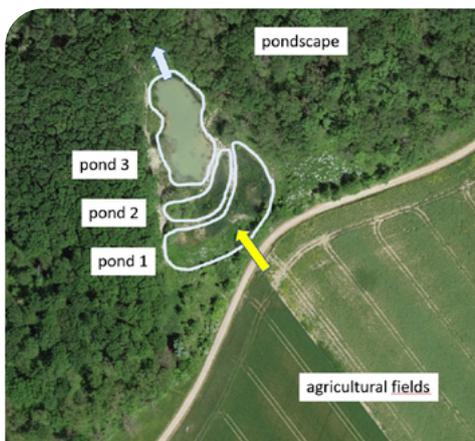
La SBN está situada dentro del círculo amarillo



El 'Bois de Jussy' es un paisaje de lagunas rico en masas de agua variadas (60 lagunas de 100 m² a 5000 m², y 300 pequeñas charcas; de 1-2 a 50 años) donde la biodiversidad se ha desarrollado con éxito, en particular los anfibios, las libélulas y la vegetación acuática. Un bosque que rodea las lagunas garantiza una zona de amortiguación eficaz. Sin embargo, la cuenca también incluye campos agrícolas, con la consiguiente contaminación por nutrientes y pesticidas, que entran en el paisaje de lagunas a través de pequeñas acequias.

Para resolver este problema y depurar el agua que entraba al paisaje, los gestores del emplazamiento han instalado recientemente tres nuevas lagunas como soluciones basadas en la naturaleza (SBN) en el paisaje de lagunas. El seguimiento de la calidad del agua y también de la biodiversidad demostró la eficacia de esta SBN. Por ejemplo, tres especies amenazadas de anfibios (*Bombina variegata*, *Triturus cristatus* y *Rana dalmatina*) se reproducen allí, junto con una rica comunidad de invertebrados (incluidas libélulas).

Este tipo de SBN aplicada a escala local puede aplicarse eficazmente a mayor escala, también para el tratamiento de aguas en pequeños pueblos. Una historia de éxito relacionada con esto la encontramos en Irlanda (Waterford), donde un conjunto de cinco grandes lagunas trata los efluentes de 500 habitantes del pueblo de Dunhill, siendo a su vez un foco de biodiversidad.^[15]



▲ El agua contaminada (flecha amarilla) es interceptada por una primera laguna con una densa vegetación, antes de desembocar en una segunda y posteriormente en una tercera laguna. El agua depurada (flecha azul) fluye hacia abajo en dirección hacia el paisaje de lagunas, donde alimenta otras masas de agua.



▲ *Cordulia aenea* (Odonata) © Julie Fahy



6.4 LOS PAISAJES DE LAGUNAS CON UN BALANCE DE CARBONO OPTIMIZADO

LAS LAGUNAS DE AGUAS LIMPIAS MINIMIZAN LA HUELLA DE CARBONO (REINO UNIDO)

PAISAJES DE LAGUNAS WATER FRIENDLY FARMING



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 30 km²
250 lagunas (4.6 ha de superficie acuática)

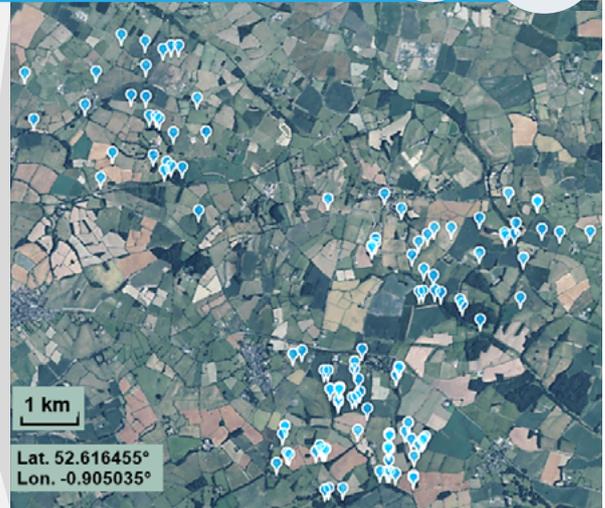
Cubierta vegetal dominante:

- paisaje de lagunas: agricultura
- entorno circundante: agricultura

Zona bioclimática: Oceánica

Calidad del agua

- valor medio del nitrógeno total: 2.3 mgN/L
- valor medio del fósforo total: 0.12 mgP/L
- valor medio de clorofila a: 15 µg/L



Cualquiera que sea el reto social que se aborde, la minimización de la huella de carbono debe ser un objetivo a la hora de utilizar cualquier laguna o paisaje de lagunas como SBN. Este objetivo puede ser incluso la meta principal de algunos paisajes de lagunas. La investigación llevada a cabo en el proyecto **PONDERFUL**, que incluyó mediciones realizadas en 400 lagunas de Europa, Turquía y Uruguay, descubrió que el factor clave que permite optimizar el balance de carbono (equilibrio entre secuestro y emisiones) es la calidad del agua de las lagunas. Así, una laguna con una buena calidad del agua, en particular con niveles de nutrientes próximos a los naturales y un agua bien oxigenada, emitirá una cantidad baja de metano (CH₄), un gas de efecto invernadero con un conocido fuerte impacto sobre el calentamiento. Este gas suele producirse en grandes cantidades en lagunas con una mala calidad del agua, por ejemplo, en lagunas muy hipertróficas que son en gran medida anóxicas.

El sitio de demostración del Reino Unido Water Friendly Farming (WFF) es un caso de éxito en la creación de lagunas de agua limpia. Este caso de estudio demuestra que incluso en zonas dominadas por la agricultura, es posible tener lagunas de gran calidad. Las mediciones de la calidad del agua realizadas durante el proyecto **PONDERFUL** mostraron valores relativamente bajos de nutrientes (fósforo total y nitrógeno total) y también valores bajos de clorofila a (un indicador de la producción primaria). Se espera, por tanto, que estas lagunas sean especialmente respetuosas con el clima, y que tengan bajas emisiones de metano.

Como se expone en este manual, los factores críticos para crear lagunas de agua limpia son: (i) asegurarse de que el terreno que rodea a las lagunas no está contaminado: las mejores lagunas están rodeadas de pastizales o bosques no gestionados (ii) asegurarse de que las lagunas no tienen entrada de arroyos o acequias, ya que éstos suelen aportar contaminantes y limo a las lagunas.



▲ Se han tomado muestras de manera intensiva de gases de efecto invernadero en 250 lagunas del proyecto **PONDERFUL**. Estas cámaras flotantes captan las burbujas de metano emitidas en los sedimentos anóxicos de la laguna. © HES-SO

Una de las lagunas de agua limpia recién creada. La zona de drenaje está libre de aguas contaminadas y el agua de escorrentía tiene un bajo contenido en nutrientes. © Freshwater Habitats Trust



6.5 LOS PAISAJES DE LAGUNAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO

LA GANADERÍA DE BAJA INTENSIDAD CONVIVE CON LA BIODIVERSIDAD ACUÁTICA (URUGUAY)

PAISAJES DE LAGUNAS URUGUAY



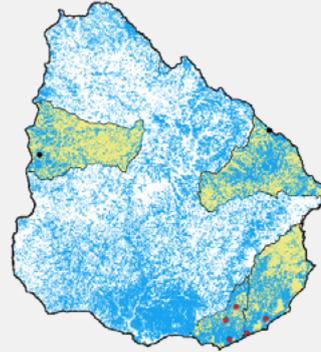
CARNET DE IDENTIDAD

Superficie de Uruguay: 175 000 km²

Número y densidad de lagunas:
170 000 tajamares (lagunas)
Región con mayor densidad: Canelones, 4 lagunas/ha

Cubierta vegetal dominante en el paisaje de lagunas:
pastoreo de ganado (en praderas o pastos naturales) y agricultura

Zona bioclimática: Praderas templadas, clima subtropical húmedo.



Mapa de Uruguay mostrando las distintas regiones en las que se estudiaron los paisajes de lagunas: en rojo las estudiadas por el equipo de PONDERFUL de CURE, en negro las estudiadas por el equipo de CENUR Litoral Norte.

En Uruguay, las lagunas situadas en zonas rurales (tajamares) se construyen principalmente para abreviar el ganado y para el riego a pequeña escala. Su número ha aumentado drásticamente desde principios de la década de 2000 y esto está asociado a la intensificación de la agricultura (cultivos y ganado). Dependiendo de la producción agrícola, los tajamares se sitúan en cuencas de diferente intensidad de uso del suelo (por ejemplo, producción ganadera intensiva en pastos sembrados frente a producción ganadera extensiva en pastizales naturales).

Las evidencias aportadas por **PONDERFUL**, además de otros estudios, demostraron que las lagunas y paisajes de lagunas situados en zonas con una baja intensidad de uso del suelo, tienen mejor calidad del agua, menor riesgo de proliferación de cianobacterias, mayor biodiversidad acuática y menores emisiones de gases de efecto invernadero. A nivel local y de paisaje, las lagunas creadas en zonas de baja intensidad de uso del suelo pueden reducir los efectos negativos de la intensificación agrícola sobre la calidad del agua y la biodiversidad. La gestión de las lagunas también es importante, ya que la presencia de una vegetación de ribera diversa reduce la erosión y la aportación de nutrientes y, al mismo tiempo, proporciona un hábitat para la fauna y la flora autóctonas. El vallado de las lagunas para impedir el acceso directo del ganado también contribuye a mejorar la calidad del agua y a aumentar la biodiversidad; es especialmente beneficioso para las plantas acuáticas y los anfibios.

Esta historia de éxito demuestra cómo la producción ganadera, cuando se lleva a cabo a baja intensidad, permite la coexistencia con la biodiversidad acuática. La aplicación de directrices medioambientales a la gestión de lagunas situadas en zonas rurales también fomenta los efectos positivos y aumenta los beneficios para las personas, la naturaleza y el ganado.



▲ *Nymphoides humboldtiana* © UDELAR



© UDELAR



6.6 LOS PAISAJES DE LAGUNAS COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA EL TURISMO Y LA SALUD

COEXISTENCIA DE HÁBITATS NATURALES Y TURISMO (ESPAÑA)

PAISAJES DE LAGUNAS LA PLETERA



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 0.6 km²
20 lagunas (33 ha de superficie acuática)

Número de personas que visitan el paisaje de lagunas (número/año): 126 000

Cubierta vegetal dominante:
-paisaje de lagunas: marismas costeras
-entorno circundante: urbanización turística, agricultura

Zona bioclimática: Mediterránea



El paisaje de lagunas de La Pleta está situado en la Costa Brava (Cataluña), un popular destino turístico, cerca del centro turístico costero del mediterráneo de L'Estartit. Esta marisma salobre y las 20 lagunas asociadas se crearon en 2014, cuando el antiguo asentamiento fue sustituido por un ecosistema de marismas salobres plenamente funcional. Las medidas de restauración incluyeron la eliminación de calles pavimentadas, un paseo marítimo y presas.

El lugar alberga actualmente 47 especies de plantas acuáticas, 104 aves acuáticas y 17 familias de invertebrados. Relativamente pocas especies, adaptadas a las temperaturas variables, la salinidad y la composición de nutrientes, son capaces de colonizar estas marismas. Estas especies, sin embargo, tienen una distribución muy reducida debido a la destrucción y urbanización de estos hábitats costeros. Con la presencia de estas especies raras, estos ecosistemas contribuyen de forma importante a la diversidad regional. La creación de varias lagunas nuevas ha ayudado a la conservación del endémico fartet (*Aphanius iberus*). El chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*), ave que construye un nido críptico en la arena, también se ha beneficiado de las medidas de restauración.

En la actualidad, la zona está gestionada por el Patronato del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter y el Ayuntamiento de Torroella de Montgrí-L'Estartit. Algunos ejemplos de gestión incluyen: el control y la adecuación del acceso público, el mantenimiento de infraestructuras (senderos, miradores, señalización, etc.), la gestión de especies protegidas, la educación ambiental y otras actividades de divulgación. Existen itinerarios periféricos y el público tiene acceso a la playa, pero no a las dunas ni a la marisma, con el fin de evitar la presión humana en estos espacios naturales.

En este lugar, se ha demostrado que la conservación de la biodiversidad es compatible con un elevado número de visitantes. Unas 100 000 personas (senderistas y ciclistas) visitan cada año el paisaje de lagunas por motivos de ocio, turismo y observación de la naturaleza, utilizando los itinerarios periféricos y los miradores.



CONTROL DE MOSQUITOS EN ZONAS TURÍSTICAS (ESPAÑA)

PAISAJES DE LAGUNAS LA PLETERA



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 60 ha
20 lagunas rodeadas de vegetación típica de marismas salobres

Número de personas que visitan el paisaje de lagunas (número/año): 126 000

Cubierta vegetal dominante:
-paisaje de lagunas: marismas costeras
-entorno circundante: urbanización turística, agricultura

Zona bioclimática: Mediterránea



El paisaje de lagunas de La Pleta es un hábitat natural restaurado situado en una zona de gran presión turística del litoral mediterráneo español (Costa Brava). En lagunas naturales bien conservadas, los depredadores (por ejemplo, libélulas, chinches acuáticas, escarabajos, anfibios, peces) suelen controlar la densidad de larvas de mosquitos. Los mosquitos se desarrollan bien en hábitats artificiales o alterados, así como en otros hábitats acuáticos donde escasean los depredadores. Pueden causar problemas de salud pública y pérdidas económicas en zonas donde el turismo es una de las actividades económicas más importantes, como el litoral de la Costa Brava, donde las marismas salobres (como La Pleta) están muy cerca de campings y alojamientos turísticos.

Hay mosquitos de las marismas saladas adaptados a zonas naturales temporalmente inundadas. Las hembras ponen sus huevos en sedimentos secos, donde una inundación posterior provoca la eclosión de una única generación de larvas. La aparición simultánea de millones de individuos tras la eclosión repentina del mosquito afecta fuertemente a la economía de las zonas turísticas junto a las marismas salobres.

La gestión activa de La Pleta ha demostrado ser especialmente eficaz para limitar el número de mosquitos. Un servicio de control de mosquitos (Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i el Baix Ter) supervisa y controla la aparición de mosquitos aplicando un insecticida biológico antilarvario (*Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti)) en el agua tras la aparición de las larvas. El Bti es un cristal proteico de origen bacteriano que se degrada a las pocas horas de su uso. Es inocuo para la mayoría de las especies acuáticas de la marisma.

El seguimiento y la cartografía de la vegetación han permitido al Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i el Baix Ter saber dónde dirigir la aplicación de Bti (y evitar su uso generalizado). En una marisma salobre, los pequeños cambios en la topografía tienen un fuerte efecto sobre la distribución de la vegetación, que puede cambiar drásticamente con sólo una diferencia de unos pocos centímetros en la elevación del terreno. La altura del suelo influye en el tiempo que permanece sumergido cuando el nivel del agua es alto, lo que a su vez determina qué plantas pueden sobrevivir en él. La estrecha relación entre las inundaciones, el nivel del agua, la eclosión de mosquitos y la vegetación hace que el uso de mapas de vegetación sea muy eficaz para el control de mosquitos.



Mapa simplificado de la vegetación de La Pleta en el que se muestran las zonas en las que abundan las larvas de mosquito (tonos verdes). © Xavier Quintana

Rociando Bti en las zonas pertinentes de la marisma inundada. © Xavier Quintana



6.7 LOS PAISAJES DE LAGUNAS PARA LA EDUCACIÓN

DESARROLLO DE UNA LAGUNA Y UN CENTRO EDUCATIVO SOBRE EL AGUA EN EL CENTRO DE UN MUNICIPIO (ALEMANIA)

PAISAJES DE LAGUNAS SCHÖNEICHE



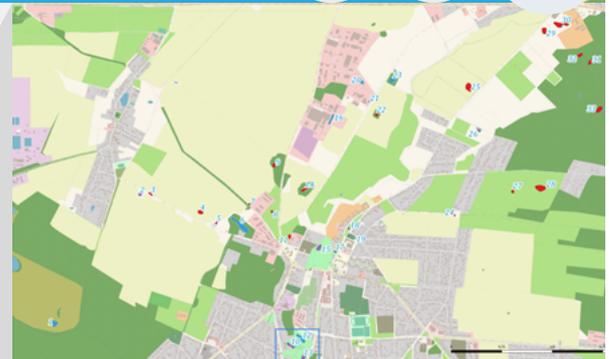
CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 16 km²
33 lagunas (3.2 ha de superficie acuática)

Número de personas que visitan el paisaje de lagunas (número/año):
20 000

Cubierta vegetal dominante:
-paisaje de lagunas: prados, pastos
-entorno circundante: agricultura y urbana

Zona bioclimática: Continental



Nr.	Name	19	Sandpfuhl	18	Bäckerpfuhl	27	Westlicher Egelpfuhl
1	Lohrpfuhl	20	Tiefbereich Kanalsystem	19	Schulreich Storchenschule	28	Ostlicher Egelpfuhl
2	Giebelpfühle	11	Senke am Jägergraben	20	Reherbech	29	Bussardwehtr
3	Giebelpfühle	12	Drohbech	21	Gartenbech	30	Dorfbech Vogelsdorf
4	Hölle	13	Muldenbech	22	Espenpfuhl	31	Waldbech 1
5	Großer Fern	14	Pfuggerpfuhl	23	Bockspuhl	32	Waldbech 2
6	Waldensee	15	Schloßbech	24	Streuwpfuhl	33	Zinkerpfuhl
7	Pfänderlinke	16	Regenwasserluckhaltebecken	25	Baumstammpfuhl		
8	Koppelpfuhl	17	Presterpfuhl	26	Karusschenspfuhl		

Este paisaje de lagunas periurbanas está situado cerca de Berlín (Alemania), en el centro de una ciudad (Schöneiche) de unos 15 000 habitantes. Las lagunas son antiguos 'hoyos' creados por la glaciación hace entre 10 000 y 12 000 años. Alrededor del 90% del paisaje de lagunas es accesible al público, por lo que el número de visitantes es elevado (17 000 al año). La ONG local Naturschutzaktiv Schöneiche ha desarrollado el Kleiner Spreewaldpark como centro de educación e inspiración. La población local, en especial las familias, se siente atraída por los senderos que bordean lagunas y cursos de agua, por la rica fauna y flora y por las oportunidades de realizar actividades (por ejemplo, un parque infantil).

Se han instalado paneles informativos alrededor del lugar para educar a los visitantes. También se utiliza para visitas escolares educativas. Estar cerca de zonas residenciales es una gran ventaja porque la gente visita el lugar con regularidad, se identifica con él y es consciente del cambio ambiental. Los efectos del calentamiento global y el cambio de uso del suelo en la disponibilidad de agua en la zona son directamente visibles por los cambios anuales drásticos del nivel del agua en Kleiner Spreewaldpark. Dieciocho de las 33 lagunas están ahora permanentemente secas. Esto puede motivar a la población local a emprender acciones para evitar una mayor pérdida de las lagunas locales.

Este tipo de soluciones basadas en la naturaleza son ideales cuando hay lagunas naturales en zonas urbanas. Al estar cerca de zonas residenciales, la población local visita con frecuencia el centro educativo y adquiere un conocimiento más profundo de los cambios anuales que se producen en las lagunas y de las amenazas a las que se enfrentan.



© Paula Mehner



© Paula Mehner



© Paula Mehner



PROYECTO DE UN PARQUE POPULAR CERCA DE UNA ZONA URBANA (TURQUÍA)

PAISAJES DE LAGUNAS GÖLBAŞI DÜZLÜĞÜ



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 0.4 ha
30 lagunas (1.8 ha de superficie acuática)

Número de personas que visitan el paisaje de lagunas (número/año): 140 000

Cubierta vegetal dominante:
-paisaje de lagunas: reserva natural
-entorno circundante: urbana

Zona bioclimática: Clima estepario árido y frío de Anatolia Central



El paisaje de lagunas Gölbasi Düzlüğü consta de 30 lagunas rodeadas de infraestructuras urbanas y separadas entre sí por densos juncos. Actualmente, se está creando un proyecto de parque popular, que incluye la restauración del paisaje de lagunas, en una superficie de aproximadamente 60 hectáreas. Con este proyecto de restauración se pretende proteger y apoyar la biodiversidad local, aumentar el beneficio y el conocimiento público de la región y servir de modelo ejemplar de infraestructura verde para mejorar la resistencia a las inundaciones.

El objetivo principal del proyecto es encontrar medidas de protección para la *Centaurea tchihatcheffii*, considerada 'en peligro crítico' (CR) según los criterios de la UICN. Además, el proyecto pretende identificar otras especies amenazadas o en peligro, así como zonas sensibles y amenazas potenciales para las áreas protegidas. Se identificaron un total de 494 especies de plantas dentro de la zona más amplia de la Zona Especial de Protección Medioambiental de Gölbasi, incluidas tres especies de anfibios, 12 especies de reptiles, 83 especies de aves y 25 especies de mamíferos. Además, el proyecto incluye actividades como la protección y vigilancia de la región, la recogida de residuos sólidos alrededor del lago y las lagunas, y la educación de los residentes y las escuelas.

Esta historia de éxito pone de manifiesto el potencial de los paisajes de lagunas para el ocio y la educación ambiental, al tiempo que fomentan la biodiversidad.

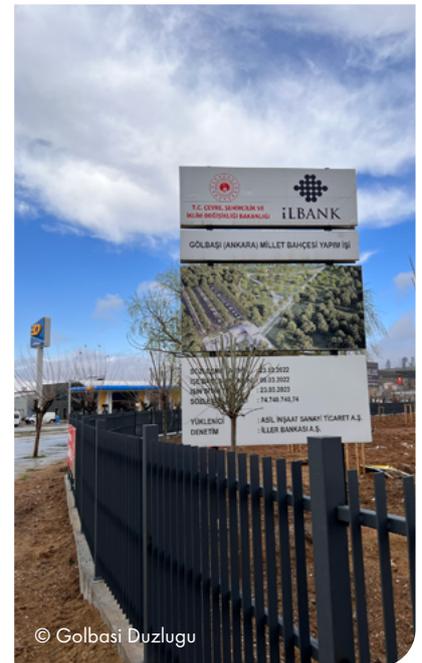


© Golbasi Duzlugu



▲ *Orthetrum cancellatum* © Charles J. Sharp

▼ *Centaurea tchihatcheffii* © Yanardoner Sevgi



© Golbasi Duzlugu



6.8 LOS PAISAJES DE LAGUNAS COMO SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA APOYAR IDENTIDADES

LAGUNAS TEMPORALES, IDENTIDAD LOCAL Y RECREACIÓN (ESPAÑA)

PAISAJES DE LAGUNAS ALBERA

CARNET DE IDENTIDAD

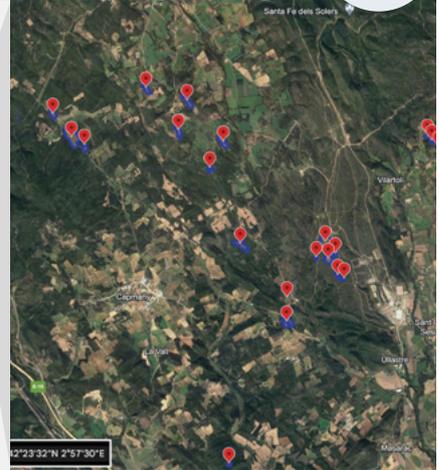
Superficie del paisaje de lagunas: 25 km²
23 lagunas (29.8 ha de superficie acuática)

Número de personas que visitan el paisaje de lagunas (número/año): : 72 500

Número de partes interesadas en la protección del patrimonio cultural: 8

Cubierta vegetal dominante:
Matorral mediterráneo

Zona bioclimática: Mediterránea



Este conjunto de 241 depresiones húmedas y 23 lagunas está situado al pie de la sierra de la Albera. Todas las lagunas de este lugar son muy poco profundas y temporales, algunas con hidroperíodos relativamente cortos (de unos dos a nueve meses). En años especialmente secos de escasas precipitaciones, todas las charcas pueden permanecer completamente secas. Varias de las lagunas son hábitats prioritarios según la definición de la Directiva Hábitats de la UE: '3170 Lagunas temporales mediterráneas' y '3130 Aguas estancadas de oligotróficas a mesotróficas con vegetación de Littorelletea uniflorae y/o de Isoëto-Nanojuncetea'.

Esta región ha sido habitada durante miles de años, y la comunidad local de la Albera posee una fuerte identidad cultural vinculada al paisaje, incluidas las numerosas lagunas y depresiones inundadas. La región cuenta con numerosos monumentos históricos, como 24 menhires y dólmenes (piedras erguidas, o megalitos, que datan del 3.500 al 1.800 a.C.), siete iglesias románicas (siglos IX al XII) y cientos de kilómetros de murallas de piedra. Para los habitantes de esta región, las lagunas y su patrimonio románico y megalítico son componentes esenciales de su identidad. Existen varias organizaciones que restauran, mantienen y difunden información sobre este patrimonio (por ejemplo, el Club excursionista Empordanès, el Grupo Arte y Trabajo, el Club Excursionista Jonquerenc o la Asociación de Acción Cultural Cantallops).

A algunos monumentos megalíticos se les asignaron nombres relacionados con lagunas (por ejemplo, Menhir Estanys I, Dolmen Estanys II). Del mismo modo, una iglesia románica (Santa Cristina de Canadal) comparte su nombre con dos lagunas (Canadal petit, Canadal Gran). Además, el itinerario de senderismo más popular de la zona se denomina 'Itinerari dels estanys' (es decir, itinerario de las lagunas), lo que demuestra la importancia de las lagunas en el patrimonio cultural de la comarca de la Albera.



© J.M. Dacosta



© Lluís Benejam



© HES-SO

6.9 LA GESTIÓN DE LOS USOS DEL SUELO EN EL PAISAJE DE LAGUNAS COMO SOLUCIÓN BASADA EN LA NATURALEZA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL HÁBITAT

GESTIÓN DE LOS USOS DEL SUELO EN EL PAISAJE DE LAGUNAS PARA REDUCIR LOS IMPACTOS DE LA AGRICULTURA (ESPAÑA)

PAISAJES DE LAGUNAS ALBERA



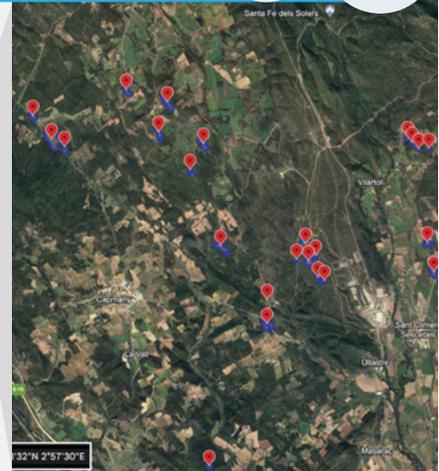
CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 25 km²
23 lagunas (29.8 ha de superficie acuática)

Número de especies en el Anexo II+IV de la Directiva Hábitats: 9

Cubierta vegetal dominante: Matorral mediterráneo

Zona bioclimática: Mediterránea



El paisaje de lagunas de la Albera consta de 23 lagunas principales y 241 depresiones inundables con diferentes grados de inundación, todas ellas de origen natural. Todas las lagunas son muy poco profundas y temporales, con hidroperíodos relativamente cortos (de unos 2 a 9 meses). Algunas de estas lagunas son hábitats prioritarios de la Directiva europea Hábitats: ‘3170 Lagunas temporales mediterráneas’ y ‘3130 Aguas estancadas de oligotróficas a mesotróficas con vegetación de la Littorelletea uniflorae y/o de la Isoeto-Nanojuncetea’.

El estado de conservación de las lagunas suele estar muy influido por el uso del suelo tanto del paisaje de lagunas como de su cuenca. A partir de 2010, la Institució Alt Empordanesa per a la Defensa i Estudi de la Natura (IAEDEN), una ONG medioambiental, estableció acuerdos con 29 propietarios privados del paisaje de lagunas de la Albera para reducir la intensidad del uso agrícola de la tierra. Esto afectó a 14 hectáreas del paisaje de lagunas. En este marco de colaboración se fomenta la gestión agrícola de bajo impacto y se desarrollan distintos proyectos de conservación del medio ambiente. Por ejemplo, los viñedos y olivares se cultivan con ‘técnicas ecológicas’ sin herbicidas ni insecticidas, y los prados se siegan en lugar de utilizarse como pasto para vacas. El objetivo de la colaboración es conservar el ciclo natural de la flora y evitar nutrientes extra en las lagunas. Esto permite un uso de la tierra más ‘respetuoso con las lagunas’ en varias zonas del paisaje de lagunas de la Albera.



© Lluís Benejam



© Sandra Bruçet



GESTIÓN ACTIVA DE UN PAISAJE DE LAGUNAS PARA LA BIODIVERSIDAD CON MÚLTIPLES PARTES INTERESADAS (BÉLGICA)

PAISAJES DE LAGUNAS GETTE VALLEI



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 4.79 km²
41 lagunas (0.8 ha de superficie acuática)

Riqueza de especies de plantas acuáticas: 59

Cubierta vegetal dominante:

- paisaje de lagunas: bosque y pequeños elementos del paisaje, como setos, parcelas agrícolas y praderas

Zona bioclimática: Atlántica



El Gette Valleij es uno de los últimos grandes espacios abiertos de Flandes. El paisaje de lagunas se ha protegido en gran medida de la agricultura intensiva y la urbanización. El paisaje de lagunas del Gette Valleij se caracteriza por su biodiversidad única.

El paisaje de lagunas lleva varias décadas gestionándose para la conservación de la biodiversidad, con buenos resultados. La ONG Natuurpunt desempeña un papel clave en la conservación de la naturaleza en esta región. La gestión actual está organizada en gran parte por un equipo de voluntarios locales, que cuenta con el apoyo de profesionales de Natuurpunt. Natuurpunt posee terrenos en la región, que se designan como reservas naturales para protegerlos. Estas reservas se gestionan siguiendo un plan de gestión aprobado.

Además, la ONG colabora con agricultores locales y propietarios privados de la región para gestionar terrenos privados con fines de conservación de la biodiversidad. Natuurpunt también pretende ampliar la zona bajo protección oficial obteniendo terrenos adicionales para designarlos reserva natural.

La gestión en esta zona se centra tanto en la biodiversidad terrestre como en la acuática, y en gran medida en el mantenimiento de elementos históricos del paisaje, como praderas ricas en flores, setos, lagunas agrícolas y manchas de bosque seminatural. En las últimas décadas se han creado más de 20 pequeñas lagunas agrícolas para mejorar la disponibilidad y conectividad del hábitat acuático. Las lagunas existentes se gestionan periódicamente dragándolas y recortando la vegetación de las orillas. Los esfuerzos de gestión a largo plazo han resultado fructíferos para conservar la biodiversidad de la región, sobre todo el mantenimiento a largo plazo de una gran población de tritón crestado gigante (*Triturus cristatus*).



© HES-SO



© Pieter Jan Alles



© Pieter Jan Alles



6.10 PROTECCIÓN DE UN PAISAJE DE LAGUNAS

LA DESIGNACIÓN DE UN PAISAJE DE LAGUNAS COMO RESERVA NATURAL (BÉLGICA)

PAISAJES DE LAGUNAS TOMMELEN



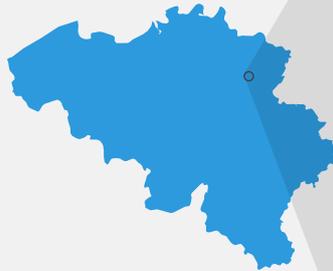
CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 0.18 km²
144 lagunas (1.3 ha de superficie acuática)

Superficie protegida (por ejemplo, como reserva natural): 95%

Cubierta vegetal dominante:
- paisaje de lagunas: pastizales extensivos con algunas manchas forestales
- entorno circundante: urbana

Zona bioclimática: Atlántica



El paisaje de lagunas de Tommelen fue creado involuntariamente por los bombardeos de la II Guerra Mundial. En 2006 fue declarado reserva natural. Actualmente es propiedad del municipio de Hasselt y es gestionado por la ONG de conservación de la naturaleza Natuurpunt (y voluntarios locales) desde 1996.

La designación del paisaje de lagunas como reserva natural (aproximadamente el 80% de la zona está actualmente bajo protección) ha sido un primer paso importante en la protección efectiva del paisaje de lagunas. Esto también ha dado lugar a la creación de un plan de gestión que tiene como objetivo la conservación de la biodiversidad y proporciona acceso a la financiación esencial para mantener el paisaje de lagunas. Parte de la zona está vallada para reducir las molestias de los visitantes. La designación también ha dado lugar a la creación de senderos para hacer la zona más accesible a la población local. En la actualidad, Tommelen es un importante espacio verde cercano a la ciudad, frecuentado para el recreo y la observación de la fauna.

En la actualidad, el lugar alberga una comunidad de anfibios excepcionalmente rica, como el tritón crestado gigante (*Triturus cristatus*) y la ranita de San Antonio (*Hyla arborea*).



▲ *Hyla arborea* © Wim Dirckx



© Filip De Clercq



© Filip De Clercq



6.11 MULTIFUNCIONALIDAD A NIVEL DE PAISAJE DE LAGUNAS

COMPLEMENTARIEDAD DE LOS TIPOS DE LAGUNAS Y FUNCIONES EN UN PAISAJE DE LAGUNAS (SUIZA)

PAISAJES DE LAGUNAS RHÔNE GENEVOIS



CARNET DE IDENTIDAD

Superficie del paisaje de lagunas: 15 km²
46 lagunas (13.3 ha de superficie acuática)

Cubierta vegetal dominante:
Bosque y agricultura

Zona bioclimática: Continental



Entre 1970 y 2018, se crearon en este lugar 15 grandes lagunas (de entre 5 000 m² y 30 000 m²), así como numerosas lagunas de tamaño mediano y pequeño. Algunas lagunas se han excavado para restaurar hábitats naturales en terrenos previamente urbanizados y otros para crear nuevas oportunidades de recreo, como la natación y la pesca. Demuestran las múltiples funciones que puede desempeñar un paisaje de lagunas.

Separar las lagunas destinadas a la naturaleza de las lagunas destinadas a la recreación, fomenta al mismo tiempo la protección de la biodiversidad de las lagunas y aporta numerosas contribuciones de la naturaleza a las personas.

Se trata de una solución basada en la naturaleza a escala de paisaje, con la implementación de un amplio conjunto de soluciones basadas en la naturaleza a menor escala. Se trata de varios elementos para gestionar el flujo de visitantes, junto con la protección total de varias zonas naturales: senderos, aparcamientos, barbacoas, playas, vallas, pontones para pescar y observatorios. Los resultados para la biodiversidad se consiguen creando nuevos hábitats para las especies objetivo (sapos, golondrinas, etc.) y reintroduciendo especies amenazadas (galápago europeo, etc.). Se hace un seguimiento de las poblaciones para medir el éxito. También se fomenta la observación de aves en varios lugares.

Entre los factores que han contribuido al éxito de este lugar se encuentran:

- Diseñar lagunas con una finalidad específica, en lugar de intentar crear lagunas multifuncionales.
- Aplicar un plan de gestión y controlar el flujo de visitantes.
- Fomentar la colaboración entre autoridades locales, ONGs y consultorías privadas.

Este paisaje de lagunas es un buen ejemplo de utilización de soluciones basadas en la naturaleza para aumentar la biodiversidad, mejorar la salud humana y mitigar los efectos del cambio climático. Este tipo de solución basada en la naturaleza puede potencialmente incluirse en las estrategias y políticas locales y se beneficiaría de subvenciones financieras. Dependiendo de la geología local, algunos costes pueden incluso compensarse con la venta de materiales extraídos in situ (por ejemplo, grava).





7. Lecturas y recursos prácticos adicionales

Arnaboldi, F., Alban, N., 2007. *La gestion des mares forestières de plaine*. Guide technique de l'Office National des Forêts.

Biggs, J., Hoyle, S., Matos, I., Oertli, B., Teixeira, J. (2024). *Uso de charcas, estanques y paisajes de lagunas como soluciones basadas en la naturaleza: Orientación para responsables de políticas sobre el uso de charcas, estanques, lagunas y paisajes de cuerpos de agua pequeños como soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación y adaptación al cambio climático*, EU Horizon 2020 **PONDERFUL** project, CIIMAR. www.doi.org/10.5281/zenodo.14198410

Biggs, J., Williams, P., 2024. *Ponds, Pools and Puddles*. HarperCollins. New Naturalist Series Volume: 148. 614pp.

Biggs, J., Williams, P., Withfield, M., Fox, G., Nicolet P., 2000. *Ponds, pools and lochans. Guidance on good practice in the management and creation of small waterbodies in Scotland*. SEPA. 78 pp. https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/ponds_pools_lochans_2000.pdf

Boothby, J. (Ed), 1997. *British Pond Landscape. Action for Protection and Enhancement*. Proceedings of the UK Conference of the Pond Life Project, University College Chester.

Boothby, J. (Ed), 1999. *Ponds & Pond Landscapes of Europe*, Proceedings of the International Conference of the Pond Life Project, Maastricht.

Brönmark, C, Hansson, L.A, 2000. *The Biology of Lakes and Ponds*. New York, Oxford University Press.

Caramujo, M.J., Cunha, C., de Carvalho, C.C.C.R, Luís, C., 2012. *Presos no Charco – Biodiversidade de crustáceos em charcos temporários*. Universidade de Lisboa. https://www.researchgate.net/publication/308764368_Presos_no_Charco_Biodiversidade_de_crustaceos_em_charcos_temporarios

Davidson, T., Levi, Eti E., Bucak, T., Girard, L., Robin, J., 2024. *Report on carbon sequestration in ponds. The balance between greenhouse gas emissions and carbon burial*. EU Horizon project **PONDERFUL**

Decrey, M., Beytrison, U., Bourgeois, J.-P., Consuegra, D., Demierre, E., Gallinelli, P., Hornung, J., Sordet, A., Vecsernyés, Z., Oertli, B., 2022. *Guide pratique pour l'optimisation des services écosystémiques des plans d'eau urbains*. <https://campus.hesge.ch/conforto/?p=258>

Dick, J., Carruthers-Jones, J., Carver, S., Dobel, A.J., & Miller, J.D., 2020. *How are nature-based solutions contributing to priority societal challenges surrounding human well-being in the United Kingdom: a systematic map*. Environmental Evidence, Vol. 9, pp. 1–21. <https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13750-020-00208-6>

Dumitru, A., Wendling, L. (Eds), 2021. *Evaluating the impact of nature-based solutions – A handbook for practitioners*. European Commission. Luxembourg. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/244577>

Engelhardt, W., 1996. *Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Pflanzen und Tiere unsere Gewässer*. 14 Aufl. Stuttgart: Franckh-Cosmos.

EPCN, 2008. *The Pond Manifesto*. https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/12/EPCN-manifesto_english.pdf

Figueras-Anton, A., Tiwari, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. *Development of standards for commercialization and 'best practice' design code*. Amphi International Aps.



Freshwater Habitats Trust, 2011. **Pond Creation Toolkit.**

<https://freshwaterhabitats.org.uk/advice-resources/pond-creation-hub/pond-creation-toolkit/>

Frossard, P.-A., Oertli, B., 2015. **Manuel de gestion. Recommandations pour la gestion des mares urbaines pour favoriser la biodiversité.** Hepia, University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland.

https://www.researchgate.net/publication/280935771_Manuel_de_gestion_Recommandations_pour_la_gestion_des_mares_urbaines_pour_favoriser_la_biodiversite

Glandt, D., 2006. **Praktische Kleingewässerkunde.** Laurenti-Verlag, Bielefeld.

Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N., Perennou, C., 2004. **Mediterranean temporary pools, Volume 1 – Issues relating to conservation, functioning and management.** Tour du Valat, France.

Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N., Perennou, C., 2004. **Mediterranean temporary pools, Volume 2 – Species information sheets.** Tour du Valat, France.

Herteman, M., Norden, M., Vandersarren, G., 2023. **Guide Technique de Restauration et Entretien des Mares des Antilles. Rema Project.**

<https://www.uicn-fr-ressources.fr/rema/guide-technique-rem-2023.pdf>

Hoffman R.L., Tyler T.J., Larson G.L., Adams M.J., Wente W., Galvan S., 2005. **Sampling protocol for monitoring abiotic and biotic characteristics of mountain ponds and lakes: U.S. Geological Survey Techniques and Methods.**

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/USGS_sampling_protocol_2005.pdf

IGB, 2023. **Small standing water bodies as biodiversity hotspots – particularly valuable, but highly endangered. Options for action, protection and restoration.** IGB Dossier, Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin.

https://www.igb-berlin.de/sites/default/files/media-files/download-files/IGB_Dossier_Small_standing_water_bodies_2023.pdf

IUCN, 2020. **IUCN Global Standard for Nature-based Solutions. A User-friendly Framework for the Verification, Design and Scaling up of NbS.** IUCN. Gland, Switzerland.

<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>

Lefevre, J.C. (Dir.), 2010. **Carrières, biodiversité et fonctionnement des hydrosystèmes.** Buchet-Chastel, Ecologie.

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/carrieres_bio_2010.pdf

LIFE Charcos, 2018. **Temporary Ponds: a natural habitat to be protected!**

<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/863/anexos/en.pdf>

Macan TT., 1973. **Ponds and Lakes.** Crane, Russak & Company, Inc. New York.

Oertli, B., Decrey, M., Beytrison, U., Bourgeois, J.-P., Consuegra, D., Camponovo, R., Demierre, E., Gallinelli, P., Sordet, A., & Vecsernyés, Z., 2023. **Etangs urbains. Un nouveau guide permet d'optimiser leurs multiples services écosystémiques.** Aqua & Gas, 9, 26-32.

Oertli, B., Frossard, P.-A., 2013. **Les mares et étangs: écologie, conservation, gestion, valorisation.** Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne. 480 pp.

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/livre_mares_etangs.pdf

Oertli, B., Sordet, A., Bartrons, M., Beklioglu, M., Benejam, L., Biggs, J., Boissezon, A., Hornung, J., Lago, M., Lemmens, P., Meerhoff, M., Mehner, T., Nicolet, P., Quintana, X., Rasmussen, M., Robin, J., Williams, P., Brucet, S., 2024. **Nature-based Solutions using Ponds and Pondscapes: 16 leaflets** (English and local languages) presenting the **PONDERFUL** Demonstration Sites (DEMO-sites). <https://zenodo.org/records/12160725>

O'Rourke, A., Loughran, F. (Eds.), 2024. **The Irish Pond Manual: A Guide to the Creation and Management of Ponds.** An Taisce.

<https://www.antisce.org/Handlers/Download.ashx?IDMF=01f01b3a-a3fd-4a51-822b-8fa991ad75fd>



Pedroso, N.M., Almeida, E., Pinto-Cruz, C. (Eds.), 2018. **Manual de boas práticas para a conservação dos charcos temporários mediterrânicos**. Life Charcos. 28pp.
<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/866/anexos/charcosguiadeboaspraticas2018compressed.pdf>

Pinto-Cruz, C. (Ed.), 2018. **Illustrated guide of the South-West Coast Mediterranean Temporary Ponds**.
<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/865/anexos/guiadasespecieslifecharcosweb.pdf>

Pinto-Cruz C., Silva V., Pedroso N.M. (Ed.), 2012. **Charcos Temporários do Sul de Portugal**. Cátedra Rui Nabeiro Biodiversidade, Universidade de Évora.
https://www.researchgate.net/publication/233809606_Charcos_Temporarios_do_Sul_de_Portugal

PONDERFUL Project. (2023, May 18). **La importancia de los estanques / Exploring the importance of ponds [Video]**. YouTube. www.youtube.com/playlist?list=PLZK2hpyR_UxAX75Getj8SGp4yBo0dchud

PONDERFUL Project. (2024, April 29). **¿Cómo crear un estanque nuevo? How to create a new pond? [Video]**. YouTube. www.youtube.com/playlist?list=PLZK2hpyR_UxCdbwlvRtLskyDlollecO9d

Prompt, E., Guillerme, N., 2011. **Les étangs piscicoles, un équilibre dynamique**. ISARA-Lyon et l'Université Lyon, France.

Roth, C., Fuchs, E., Grossenbacher, K., Jungen, H., Klötzli, F., Marrer, H., 1981. **Etangs naturels – Comment les projeter, les aménager, les recréer**. Office fédéral des forêts, Division de la protection de la nature et du paysage, Berne.

Ruiz, E., 2008. **Management of Natura 2000 habitats. 3170 * Mediterranean temporary ponds**. European Commission.
http://votaniki.gr/wp-content/uploads/2018/09/3170_Mediterranean_temporary_ponds.pdf

Sancho, V., Lacomba, I., 2010. **Conservación y Restauración de Puntos de Agua para la Biodiversidad**. Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad, 2. Generalitat. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. 168 pp.
https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/manual_charcas.pdf

Sayer, C.D., Biggs, J., Greaves, H.M., Williams, P., 2023. **Guide to the restoration, creation and management of ponds**. University College London, London, UK.
https://norfolkponds.org/wp-content/uploads/2023/10/guide_to_restoration_creation_management_ponds.pdf

Sayer, C., Burningham, H., Alderton, E., Axmacher, J., Robinson, P., Greaves, H. Hind, A., 2023. **Bringing lost ponds back to life: the art of ghost pond resurrection**. Conservation Land Management, 21(1), 25-31.

Tiwari, A., Figueras-Anton, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. **Report describing the prototypes NBS 'CLIMA-pond'**. Amphi International Aps.

Trintignac, P., Bouin, N., Kerleo, V., Le Berre, M., 2013. **Guide des bonnes pratiques pour la gestion piscicole des étangs dans les Pays de la Loire 2004-2013**.

Williams, P., Biggs, J., Whitfield, M., Thorne, A., Bryant, S., Fox, G., Nicolet, P., 1999. **The Pond Book: a guide to the management and creation of ponds**. Freshwater Habitats Trust, Oxford.

Williams, P., Biggs, J., Crowe, A., Murphy, J., Nicolet, P., Weatherby, A., Dunbar, M., 2010. **Countryside Survey. Pond report 2007**.
https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/CountrysideSurveyPondReport_UK_2007.pdf

WWT, 2022. **Creating Urban Wetlands for Wellbeing. A route map**.
<https://www.wwt.org.uk/uploads/documents/2022-06-08/wwt-creating-urban-wetlands-for-wellbeing.pdf>





8. Referencias

- [1] European Commission (no date), Nature-based solutions. Accessed 14 May 2024, <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en>
- [2] Biggs, J., Von Fumetti, S. and Kelly-Quinn, M., 2017. The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers. *Hydrobiologia* 793, pp.3-39.
- [3] Richardson, D. C., Holgerson, M. A., Farragher, M. J., Hoffman, K. K., King, K. B. S., Alfonso, M. B., Andersen, M. R., Cheruveil, K. S., Coleman, K. A., Farruggia, M. J., Fernandez, R. L., Hondula, K. L., López Moreira Mazacotte, G. A., Paul, K., Peierls, B. L., Rabaey, J. S., Sadro, S., Sánchez, M. L., Smyth, R. L. and Sweetman, J. N., 2022. A functional definition to distinguish ponds from lakes and wetlands. *Scientific Reports*, 12, 10472.
- [4] Almond, R. E. A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D. and Petersen, T. (Eds.), 2022. *Living Planet Report 2022 - Building a nature-positive society*. WWF, Gland, Switzerland.
- [5] Horton, B.P., Shennan, I., Bradley, S. L., Cahill, N., Kirwan, M., Kopp, R. E. and Shaw, T. A., 2018. Predicting marsh vulnerability to sea-level rise using Holocene relative sea-level data. *Nature Communications*, 9, 1-7.
- [6] de Felipe, M., Aragonés, D. and 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*, 880, 163329.
- [7] Eeles, B., 2010. Anthropomorphic rock cut tombs as temporary ponds in the Alt Penedès region of Catalonia, Spain. *European Pond Conservation Network Newsletter*, No. 4, 6-7.
- [8] Aubin, J., Rey-Valette, H., Mathé, S., Wilfart-Monziols, A., Legendre, M., Slembrouck, J., Chia, E., Masson, G., Callier, M., Blancheton, J-P., Tocqueville, A., Caruso, D. and Fontaine, P., 2014. *Guide de mise en oeuvre de l'intensification écologique pour les systèmes aquacoles*. © Diffusion INRA-Rennes, 131 p. ISBN : 978-2-9547969-1-8
- [9] European Commission, 2023. Do it yourself (DIY) manual for mobilising and engaging stakeholders and citizens in climate change adaptation planning and implementation. Accessed 14 May 2024. <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/56804bb8-ddb9-40c8-8370-1648e2262b80_en?filename=ec_diy-manual-adaptation-climate-change-mission.pdf>
- [10] Cunillera-Montcusí, D., Borthagaray, A. I., Boix, D., Gascón, S., Sala, J., Tornero, I. and Arim, M., 2021. Meta-community resilience against simulated gradients of wildfire: disturbance intensity and species dispersal ability determine landscape recover capacity. *Ecography*, 44, 1022-1034.
- [11] Naselli-Flores, L., Termine, R. and Barone, R., 2016. Phytoplankton colonization patterns. Is species richness depending on distance among freshwaters and on their connectivity? *Hydrobiologia*, 764, 103-113.
- [12] Natural England and RSPB, 2019. *Climate Change Adaptation Manual - Evidence to support nature conservation in a changing climate*, 2nd Edition. Natural England, York, UK.
- [13] Fahy, J. C., Demierre, E. and Oertli, B., 2024. Long-term monitoring of water temperature and macroinvertebrates highlights climate change threat to alpine ponds in protected areas. *Biological Conservation*, 290, 110461.
- [14] Williams, P., Whitfield, M., Biggs, J., Bray, S., Fox, G. Nicolet, P., Sear, D., 2004. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation*, Volume 115, Issue 2.
- [15] Uisce Éireann (no date). Dunhill wetlands. Accessed 14 May 2024. <<https://www.water.ie/help/wastewater/wetlands/dunhill-wetlands/>>



- [16] Georgiou, M., Morison, G., Smith, N., Tiegies, Z. and Chastin, S., 2021. Mechanisms of impact of blue spaces on human health: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 2486.
- [17] Smith, N., Georgiou, M., King, A. C., Tiegies, Z., Webb, S. and Chastin, S., 2021. Urban blue spaces and human health: A systematic review and meta-analysis of quantitative studies. *Cities*, 119, 103413.
- [18] CSBI, 2015. A cross-sector guide for implementing the mitigation hierarchy. Prepared by the Biodiversity Consultancy on behalf of IPECA, ICMM and the Equator Principles Association: Cambridge UK.
- [19] Brzeziński, M., Chibowska, P., Zalewski, A., Borowik, T. and Komar, E., 2018. Water vole *Arvicola amphibius* population under the impact of the American mink *Neovison vison*: Are small midfield ponds safe refuges against this invasive predator? *Mammalian Biology*, 93, 182-188.
- [20] Magnus, R. and Rannap, R., 2019. Pond construction for threatened amphibians is an important conservation tool, even in landscapes with extant natural water bodies. *Wetlands Ecology and Management*, 27, 323-341.
- [21] McGoff, E., Dunn, F., Moliner Cachazo, L., Williams, P., Biggs, J., Nicolet, P. and Ewald, N. C., 2017. Finding clean water habitats in urban landscapes: professional researcher vs citizen science approaches. *Science of the Total Environment*, 581-582, 105-116.
- [22] Davidson, T., Levi, E., Bucak, T., Girard, L and Robin, J., 2024. Report on carbon sequestration in ponds. The balance between greenhouse gas emissions and carbon burial. University of Vic - Central University of Catalonia, Spain
- [23] Gascón, S., Boix, D. and Sala, J., 2009. Are different biodiversity metrics related to the same factors? A case study from Mediterranean wetlands. *Biological Conservation*, 142, 2602–2612.
- [24] Dumitru, A. and Wendling, L. (Eds), 2021. Evaluating the impact of nature-based solutions: A handbook for practitioners. European Commission. Luxembourg.
- [25] Williams, P., Biggs, J., Stoate, C., Szczur, J., Brown, C. and Bonney, S., 2020. Nature based measures increase freshwater biodiversity in agricultural catchments. *Biological Conservation*, 244, 108515.
- [26] Tasker, S. J. L., Foggo, A., Scheers, K., van der Loop, J., Giordano, S and Bilton, D. T., 2024. Nuanced impacts of the invasive aquatic plant *Crassula helmsii* on Northwest European freshwater macroinvertebrate assemblages. *Science of the Total Environment*, 913, 169667.
- [27] European Commission (no date). Invasive alien species. Accessed 14 May 2024. <https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/invasive-alien-species_en#implementation>
- [28] European Commission (no date). EASIN - European Alien Species Information Network. Accessed 14 May 2024. <<https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin>>
- [29] White, K. J., Petrovan, S. O. and Mayes, W. M., 2023. Pollutant accumulation in road mitigation tunnels for amphibians: A multisite comparison on an ignored but important issue. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1133253.
- [30] Poulin, B., Lefebvre, G., Hilaire, S. and Després, L., 2022. Long-term persistence and recycling of *Bacillus thuringiensis israelensis* spores in wetlands sprayed for mosquito control. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 243, 114004.
- [31] Sayer, C., Biggs, J., Greaves, H. and Williams, P., 2023. Guide to the restoration, creation and management of ponds. University College London, London, UK.
- [32] Hill, M. J., Wood, P. J., White, J. C., Thornhill, I., Fairchild, W., Williams, P., Nicolet, P. and Biggs, J., 2023. Environmental correlates of aquatic macroinvertebrate diversity in garden ponds: Implications for pond management. *Insect Conservation and Diversity*, 17, 374-385.



- [33] Tiwari, A., Figueras-Anton, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. Report describing the prototypes NBS 'CLIMA-pond'. Amphi International Aps.
- [34] Figueras-Anton, A., Tiwari, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. Development of standards for commercialization and 'best practice' design code. Amphi International Aps.
- [35] McDonald, H., Seeger, I., Lago, M. and Scholl, L., 2023. Synthesis report on sustainable financing of the establishment of ponds and pondsapes. PONDERFUL Project (EU Horizon 2020 GA no. ID869296), Deliverable 1.4.
- [36] Toxopeus, H., Polzin, F., 2021. Reviewing financing barriers and strategies for urban nature-based solutions. *Journal of Environmental Management*, 289, 112371.
- [37] Ryfisch, S., Seeger, I., McDonald, H., Lago, M. and Blicharska, M., 2023. Opportunities and limitations for nature-based solutions in EU policies - Assessed with a focus on ponds and pondsapes. *Land Use Policy*, 135, 106957.





