

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SALINAS EN EUROPA Y EL MEDITERRÁNEO



Consultora: Dra. Katia Hueso Kortekaas

Red IPAISAL (Instituto del Patrimonio y los Paisajes de la Sal)

Abril 2025



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto RESALAR, liderado por ANSE (Asociación de Naturalistas del Sureste), la Fundación ANSE, WWF-España y el Instituto Español de Oceanografía del CSIC, con el apoyo de la Fundación Biodiversidad. El informe se ha nutrido de las aportaciones de los expertos participantes en el Taller de Restauración Ecológica de Salinas Abandonadas celebrado en las salinas de Marchamalo (Murcia), los días 30 y 31 de mayo de 2024: Alberto Molina, Alicia Delicado, Alicia Prieto, Ángel Hernández, Antonio Sansano, Carlos Alarcón, Cristina Gomila, Daniel Caballero, Daniel Molina, Enrique Moreno, Inmaculada Ramírez, José Luis Sotillo, José Manuel Vidal, Julio Calderón, Julio Fernández, M.^a Ángeles G.^a de Alcaráz, Manel Salvadó, Márcia Vaz Pinto, Pablo de Oráa, Paula Warren, Ricardo Jorge dos Santos y Sandra E. Rocha. Igualmente, ha resultado de gran utilidad el taller de Indagación y Definición Participativa de Actividades de Uso Público que tuvo lugar en las salinas de Marchamalo los días 15 y 16 de noviembre de 2023 y que contó con la participación de Antonio Manzanera Hernández, Balbino Vera González, David Munuera Navarro, Diana Saura Marín, Fernando Cler Hernández, Francisca Alcaraz Marín, Fuensanta Riquelme Cutillas, Ignacio Benedicto Albaladejo, Ignacio Ramos, Isabel Rubio Pérez, José Espinosa, Kajari Dumra Kennedy, Manuel López García, Manuel Madrid, Mike Verbeeck, Nacho Bazán, Ramón Pagán González, Rebeca Marín Espinosa, Víctor Lizan Carrasco y Víctor Sánchez. Finalmente, este informe no habría sido posible sin las valiosas sugerencias y comentarios del equipo coordinador de RESALAR, formado por Ángel Sallent, José Luis García Varas, Marina Albentosa, Pedro García y Teresa Gil, y la mirada crítica de Helena Clavero Sousa, de UICN-Mediterráneo y de Jesús-F. Carrasco Vayá, del Instituto del Patrimonio y los Paisajes de la Sal (Red IPAISAL).

El proyecto RESALAR tiene el objetivo de regenerar espacios del litoral del Mar Menor y su biodiversidad para fortalecer la resiliencia del litoral frente al cambio climático y mejorar e incrementar los servicios ecosistémicos que proveen a la sociedad.

Este proyecto, que coordina la Fundación ANSE, y en el que participan la Asociación de Naturalistas del Sureste, WWF España y el Instituto Español de Oceanografía, Centro Nacional de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IEO-CSIC), cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), que aporta el 95% de la financiación del proyecto, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU, y se encuentra vinculado al Marco de Actuaciones Prioritarias para la recuperación del Mar Menor del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. El proyecto cuenta con la cofinanciación de la Fundación Estrella de Levante y con la colaboración de Salinera Española y de Biocyma.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	6
EXECUTIVE SUMMARY	7
1. INTRODUCCIÓN A LAS SALINAS TRADICIONALES	8
1.1 Los paisajes de la sal: espacios antrópicos de gran valor ecológico	8
1.2 Servicios ecosistémicos y soluciones basadas en la naturaleza que ofrecen las salinas	11
1.3 Valores patrimoniales de los paisajes de la sal	14
1.4 Razones del deterioro de los paisajes de la sal	14
2. IMPORTANCIA DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SALINAS TRADICIONALES	17
2.1 Qué es la restauración ecológica	17
2.2 Beneficios de la restauración ecológica	19
2.3 La restauración ecológica de las salinas tradicionales	19
2.4 Fases de la restauración ecológica de una salina	20
2.5 Marco normativo, institucional y administrativo	28
2.6 Financiación de proyectos de restauración	32
3. RECOMENDACIONES SOBRE RESTAURACIÓN DE SALINAS TRADICIONALES	38
3.1 Manuales y guías de restauración ecológica de salinas	38
3.2 Experiencias destacadas	47
4. SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES	50
4.1 Recomendaciones generales para proyectos de restauración	50
4.2 Recomendaciones específicas de restauración de salinas tradicionales	51
4.3 Lagunas de conocimiento en restauración ecológica	57
5. RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SALINAS ABANDONADAS EN ESPAÑA	59
5.1 Pasos previos	59
5.2 Acuerdo con la propiedad	60
5.3 Siguiendo pasos	61
5.4 Costes	62
5.5 Financiación	63
6. REFERENCIAS	64
6.1 Trabajos generales citados en este informe	64
6.2 Listado de literatura científica y técnica sobre restauración de salinas, humedales y marismas	68
6.3 Listado de manuales y guías de restauración ecológica	73
6.4 Recursos online	74
ANEXO. RECOGIDA DE EXPERIENCIAS PREVIAS EN RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SALINAS TRADICIONALES	76
A.1 Búsqueda por palabras clave en portales científicos	76
A.2 Revisión en instituciones especializadas	78
A.3 Proyectos de ámbito europeo y mediterráneo	80
A.4 Otras referencias	81
A.5 Recogida de buenas prácticas	82
A.6 Referencias científicas (Tabla 18)	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de una salina de evaporación solar en el litoral.

Figura 2: Evaporador en Marchamalo (Murcia) con detalle del alga *Dunaliella salina* nadando entre cristales de sal.

Figura 3: Servicios ecosistémicos de las salinas tradicionales en desuso, antes y después de su restauración.

Figura 4: Intensidad creciente de los procesos de restauración ecológica y patrimonial.

Figura 5: Fases de un proyecto de restauración ecológica.

Figura 6: Agentes sociales en la restauración ecológica de una salina tradicional.

Figura 7: Ciclo de Deming o ciclo PDCA a lo largo del tiempo.

Figura 8: Plantas emblemáticas de ambientes salinos.

Figura 9: Algunas aves típicas de los paisajes de la sal.

Figura 10: *Artemia salina*.

Figura 11: Guía de referencia para encontrar las tablas de recomendaciones de este informe.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características de las balsas de una salina de evaporación solar.

Tabla 2: Lista de indicadores de evaluación del estado inicial de una salina para su restauración ecológica.

Tabla 3a: Normativa europea.

Tabla 3b: Normativa española.

Tabla 4: Desafíos de gobernanza y recomendaciones para su gestión.

Tabla 5: Posibles mecanismos de financiación para la restauración ecológica impulsados por la Unión Europea.

Tabla 6: Productos y servicios remunerados que puede ofrecer una salina tradicional y sus condiciones.

Tabla 7: Hábitats presentes en los paisajes de la sal.

Tabla 8: Figuras de protección natural y cultural que albergan salinas activas y abandonadas en España.

Tabla 9: Alteraciones del humedal en las salinas de evaporación solar.

Tabla 10: Vulnerabilidad de los hábitats típicos de las salinas de evaporación solar en España.

Tabla 11: Resultados de acciones de restauración llevadas a cabo en diversos proyectos.

Tabla 12: Recomendaciones para el diagnóstico.

Tabla 13: Recomendaciones para la planificación e implementación.

Tabla 14: Recomendaciones para la gestión y el seguimiento.

Tabla 15: Normativa más relevante para la restauración ecológica o ecológica y patrimonial de una salina abandonada.

Tabla 16: Guía de los pasos administrativos indicados en la tabla 15 según estado de la salina, tipo de propiedad y el tipo de intervención.

Tabla 17: Términos para describir salinas y campo semántico al que se refieren.

Tabla 18: Estudios científicos sobre restauración ecológica de salinas.

Tabla 19a: Sociedades científicas consultadas.

Tabla 19b: Entidades de conservación consultadas.

Tabla 19c: Asociaciones profesionales consultadas.

Tabla 20: Programas de financiación europeos y proyectos de restauración de salinas tradicionales más relevantes que se han apoyado.

Tabla 21: Detalle de los proyectos de restauración de salinas apoyados por el programa LIFE.

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ADL	Agente de Desarrollo Local
BIC	Bien de Interés Cultural
DAFO	Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades
DANA	Depresión Aislada en Niveles Altos
DPH	Dominio Público Hidráulico
DPMT	Dominio Público Marítimo-Terrestre
EU	<i>European Union</i> (Unión Europea)

HIC	Hábitats de Interés Comunitario
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i> (Planificar, Hacer, Comprobar, Actuar)
PORN	Plan de Ordenación de los Recursos Naturales
PRUG	Plan Rector de Uso y Gestión
SER	<i>Society for Ecological Restoration</i> (Sociedad para la Restauración Ecológica)
SMART	<i>Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound</i> (Específico, Medible, Alcanzable, Relevante, de Duración limitada)
TEK	<i>Traditional Ecological Knowledge</i> (Conocimiento Ecológico Tradicional)
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UE	Unión Europea
WWF	<i>World Wildlife Fund</i> (Fondo para la Conservación de la Naturaleza)

RESUMEN EJECUTIVO

Las salinas de evaporación solar son paisajes culturales de gran valor histórico y natural. La región mediterránea contó en su día con más de 4000 salinas y España, con cerca de un millar, repartidas entre el litoral peninsular, las islas y el interior. De todas ellas, al final del siglo XX apenas quedaban unas pocas decenas en funcionamiento, buena parte abandonadas y otras muchas desaparecidas bajo otros usos de suelo, sobre todo por el turismo (en la costa) y los campos de cultivo (en el interior). Los valores naturales de las salinas de evaporación solar son especialmente relevantes por su rareza y vulnerabilidad. La existencia de una actividad productiva tradicional, respetuosa con los valores del entorno, creó unos ecosistemas únicos de los que paisaje y paisanaje se beneficiaron. El cese de la actividad salinera conlleva una banalización de las condiciones de salinidad, que hace que las especies y relaciones tróficas específicas de estos ambientes sean rápidamente reemplazadas por otras más generalistas. Dada la enorme presión urbanística en la costa y el gradual abandono de las actividades económicas tradicionales en el interior, estos valores se fueron perdiendo de forma acelerada en las últimas décadas. Desde el inicio del siglo XXI ha revivido el interés por la producción artesanal de sal, con la rehabilitación de diversos enclaves salineros en los que se vuelve a cosechar sal de forma tradicional, permitiendo así la creación de oportunidades de empleo y desarrollo socioeconómico a escala local. En muchos casos, la rehabilitación de las operaciones salineras ha ido de la mano de la restauración ecológica del ecosistema salinero, realizada con criterios de conservación y mejora de la biodiversidad del entorno.

En este informe se presenta la restauración ecológica de las salinas abandonadas como una herramienta de recuperación no solo de los valores naturales de las salinas, sino como instrumento de rehabilitación de sus funciones productivas y de valorización de sus activos culturales. La combinación de este tipo de actuación con la rehabilitación patrimonial y el aprovechamiento productivo, si se hace de forma responsable y sostenible, con rigor científico, es la fórmula ideal para garantizar la plena funcionalidad del ecosistema salino. Aquí se presentan las diferentes fases de la intervención dirigida a la recuperación integral de estos paisajes y se ofrecen recomendaciones para gestores e impulsores de estas iniciativas. El texto se apoya en numerosos ejemplos de éxito ya existentes en Europa y, en especial, en España. De carácter eminentemente práctico, indica la normativa de mayor relevancia, ofrece un listado de las posibles fuentes de financiación e indica los pasos administrativos más importantes que dar. A partir de la abundante experiencia en restauración ecológica y rehabilitación patrimonial de diversos proyectos europeos (Life, Interreg y otros) se extrapolan recomendaciones específicas enfocadas a los medios biótico (flora, fauna, paisaje, microorganismos), abiótico (aire, agua, suelo) y humano (patrimonio cultural, medio socioeconómico). La abundante bibliografía y los enlaces a instituciones relevantes que acompañan el texto permiten a los gestores profundizar en los aspectos más teóricos, técnicos o prácticos de la restauración integral de salinas abandonadas o en declive. El apéndice muestra la metodología desarrollada para la identificación de las fuentes de información, que puede ayudar al lector o lectora a desarrollar la suya propia en otros ámbitos geográficos, o actualizar la presente en el tiempo.

En conclusión, este completo informe sienta las bases medioambientales y sociales para la restauración ecológica integral de las salinas abandonadas y en declive en España y Europa, al tiempo que ofrece herramientas de planificación, gestión, financiación y conservación de estos enclaves. El trabajo se fundamenta en la necesidad de acometer la restauración teniendo en cuenta no solo los valores naturales de las salinas, sino sus valores culturales y humanos, que han contribuido a la creación y mantenimiento de estos extraordinarios e idiosincráticos paisajes.

EXECUTIVE SUMMARY

Solar evaporation salinas are cultural landscapes of great historical and natural value. The Mediterranean region once had more than 4,000 salinas, and Spain had about a thousand, distributed between the coastal mainland, the islands and inland. Of all of them, at the end of the 20th century only a few dozen remained in operation, many abandoned and many others disappeared under other land uses, mainly tourism (on the coast) and crop fields (inland). The natural values of the solar evaporation salinas are especially relevant due to their rarity and vulnerability. The existence of a traditional productive activity, respectful of the values of the environment, created unique ecosystems in which landscape and communities benefited. The cessation of the salt production activity led to a decrease of the salinity, which caused the biodiversity and trophic relationships specific to these environments to be rapidly replaced by other more generalist ones. Given the enormous urban pressure on the coast and the gradual abandonment of traditional economic activities further inland, these values have been lost at an accelerated rate in recent decades. Since the beginning of the 21st century, there has been a revival of interest in artisanal salt production, with the rehabilitation of several salt making enclaves where salt is once again harvested in the traditional way, thus allowing the creation of employment opportunities and socioeconomic development on a local scale. In many cases, the rehabilitation of salt operations has gone hand in hand with the ecological restoration of the saline ecosystem, carried out with criteria of conservation and improvement of the local biodiversity and the environment.

This report presents the ecological restoration of abandoned solar evaporation salinas as a tool for the recovery not only of the natural values of salinas but also as an instrument for the rehabilitation of their productive functions and the valorisation of their cultural assets. The combination of ecological restoration, heritage rehabilitation and renewal of productive use, if carried out in a responsible and sustainable way, with scientific rigor, is the ideal formula to guarantee the full functionality of the saline ecosystem. The different phases of ecological restoration aimed at the integrated recovery of these landscapes are presented here, and recommendations are offered for managers and promoters of these initiatives. The text is based on numerous examples of success already existing in Europe and, more specifically, in Spain. Of an eminently practical nature, it indicates the most relevant regulations, offers a list of possible sources of funding and indicates the most important administrative steps to be taken. Based on the abundant experience in ecological restoration and heritage rehabilitation of various European projects (Life, Interreg, others), specific recommendations are extrapolated for restoration focused on biotic (flora, fauna, landscape, microorganisms), abiotic (air, water, soil) and human (cultural heritage, socioeconomic) environments. The abundant bibliography and links to relevant institutions that accompany the text allow managers to delve deeper into the more theoretical, technical or practical aspects of the comprehensive restoration of abandoned or declining salinas. The appendix shows the methodology developed for the identification of sources of information, which may help the reader to develop his or her own research in other geographical areas, or to update the present one over time.

In conclusion, this comprehensive report lays the ecological and social foundations for the integrated ecological restoration of abandoned and declining salinas in Spain and Europe, while offering tools for the planning, management, financing and conservation of these enclaves. The work is based on the need to undertake restoration considering not only the natural values of salinas, but also their cultural and human values, which have contributed to the creation and maintenance of these extraordinary and idiosyncratic landscapes.

1. INTRODUCCIÓN A LAS SALINAS TRADICIONALES

En este capítulo se introducen los paisajes de la sal en general y las salinas de evaporación solar en particular. Se presentan sus valores naturales, pero también culturales y humanos, así como las amenazas ambientales a las que están expuestas y aquellas que han causado su declive y abandono.

1.1 Los paisajes de la sal: espacios antrópicos de gran valor ecológico

Las salinas tradicionales son lugares donde se produce sal con técnicas milenarias que pueden variar de un lugar a otro. En la región mediterránea, las salinas emplean la técnica de evaporación solar, por lo que se genera un humedal artificial que tiene una íntima conexión con el medio natural en el que se encuentra. En el Mediterráneo se ha perdido la mitad de los humedales en los últimos cincuenta años (WWF-España 2020). En la región, hubo en su día más de 4000 salinas tradicionales, de las cuales quedaban a finales del siglo XX unas 170 en funcionamiento. En el caso de España y Portugal, en el pasado llegaron al millar y estaban operativas unas 80 en la primera década del siglo XXI (Luengo & Marín 1994, Carrasco & Hueso, 2008). Esto significa una pérdida de humedales salinos de entre un 90 y un 99 % en toda la región.

A inicios del siglo XXI se recuperó el interés por la producción sostenible de sal, con un resurgir de salinas artesanales en espacios abandonados o en declive, sobre todo, en Europa y la región mediterránea (de Wit *et al.* 2019, Hueso-Kortekaas & Carrasco-Vayá 2024). Se estima que en la segunda década del siglo XXI se ha llegado a recuperar el 5 % de las marismas salinas naturales perdidas anteriormente (Campbell *et al.* 2022), pero se desconoce qué superficie de salinas tradicionales se ha recuperado en los últimos años.

Las salinas de evaporación solar son el ejemplo más conocido de los llamados paisajes de la sal, “un tipo de paisaje cuyos elementos están fuertemente influidos por la presencia de sal y forman un ecosistema definido” (Hueso-Kortekaas & Carrasco-Vayá, 2009). Se trata de humedales creados por el ser humano con el fin de obtener sal a partir de la acción combinada del sol y del viento. Para ello debe haber una fuente natural de salmuera, donde, mediante su ordenada distribución y exposición a los elementos, se evapora el agua y queda la sal cristalizada y lista para recoger. La salmuera se obtiene a partir del agua de mar en las salinas costeras y de un manantial de agua salada en las de interior.

Las salinas de evaporación solar varían de tamaño y aspecto en función de múltiples factores. El tamaño estará determinado fundamentalmente por la concentración de sal en origen, es decir, por la necesidad de espacio disponible para pasar de la concentración inicial de sal a la final, cuando esta cristaliza. Si la fuente de agua salada es el mar, se ha de evaporar el 90 % del agua, pues esta tiene un 3-4 % de cloruro sódico, que debe subir a cerca del 30 % para que la sal cristalice. Esto tiene lugar en sistemas de balsas de concentración creciente, que reciben distintos nombres en función de lo que suceda en ellas (concentradores, evaporadores, cristalizadores), aunque en cada región estas reciben denominaciones vernáculas muy diversas. Cada tipo de balsa tiene unas características específicas, que son diferentes entre sí y de aquellas con una función similar que se encuentran en otras salinas, constituyendo un rico legado cultural. Los evaporadores o concentradores son grandes y profundos. Tienen como misión aumentar la concentración de sal y la temperatura del agua, y facilitar la precipitación de sedimentos y de sales no deseadas, como sulfatos y carbonatos. Para tal fin, están llenos de agua la mayor parte del año. En las salinas de litoral, el agua entra con una concentración de 3,5 % y debe subir al 20-25 % antes de pasar a los cristalizadores. Por eso, la superficie necesaria para los evaporadores y concentradores es bastante elevada. En el Atlántico, la evaporación es más lenta que en el Mediterráneo y existen etapas intermedias que reciben nombres específicos en cada zona. En los cristalizadores, por tanto, la salmuera llega más concentrada, caliente y con mayor pureza de cloruro sódico. Son balsas pequeñas y someras, que se llenan al inicio de la temporada de cosecha (figura 1, tabla 1). En el Atlántico, se cosecha a lo largo de la temporada de verano, a medida que va cristalizando la sal. En el Mediterráneo, se suele dejar acumular la sal, que va cristalizando a medida que se llenan los cristalizadores, y se cosecha una sola vez al final de la temporada. En las salinas de interior, la concentración inicial, según sale la salmuera de los manantiales, a menudo varía entre el 15 y el 25 %, por tanto, necesita menos recorrido para evaporar el agua. Se suele acumular un tiempo en evaporadores o concentradores, para permitir que sedimenten las arenas que arrastra, así como precipitar las sales no deseadas, para pasar después a los cristalizadores. Algunas salinas de interior funcionan con el modelo atlántico (varias cosechas en temporada) y otras según el mediterráneo (una cosecha al final de la temporada).

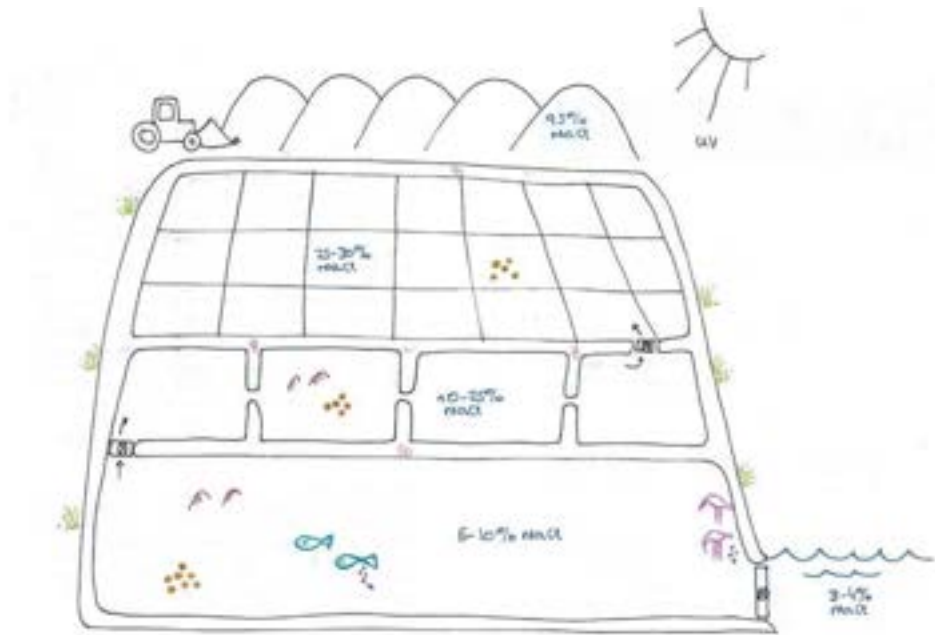
Tabla 1: Características de las balsas de una salina de evaporación solar

Tipos de balsa*	Evaporadores y concentradores	Cristalizadores
Función	- Sedimentar sólidos inertes (arena, gravilla) - Precipitar sales no deseadas (sulfatos, carbonatos) - Incrementar la temperatura del agua - Incrementar la concentración de cloruro sódico	Cristalizar el cloruro sódico
Tamaño	Grandes y profundos	Pequeños y someros
Ocupación relativa en la salina	50-90 %	10-50 %
Salinidad	3-4 a 20-25 % en el litoral (suelen ir de forma secuencial, abarcando varios rangos de salinidad) 15 a 25 % en el interior	>25 %
Llenado	Todo el año	Solo en temporada
Intensidad de uso	Escasa todo el año, concentrada en los caminos, compuertas e infraestructuras similares	Escasa en otoño-invierno, intensa en primavera (preparación y mantenimiento) y verano (cosecha)
Biodiversidad	- Organismos halotolerantes a halófilos - Microorganismos, invertebrados, peces, aves - Mayor biodiversidad	- Organismos halófilos extremos - Microorganismos, invertebrados, aves - Menor biodiversidad, pero mayor rareza y vulnerabilidad

* En función de cada lugar, pueden recibir diferentes nombres.

La estructura física de la salina está determinada por la orografía, que obliga a adaptar la forma y distribución de las infraestructuras de canalización y evaporación del agua al terreno. En la costa suelen ser llanas, pero pequeñas variaciones de pendiente hacen que el agua fluya en un sentido u otro. En las salinas atlánticas, el agua entra a la salina por diferencia de cota durante las mareas vivas, mientras que, en las mediterráneas, debido a la escasa amplitud mareal, el agua debe bombearse. Esto se puede hacer mediante energías renovables —en muchos lugares se empleaban molinos de viento— o de forma mecanizada, con motobombas. En el interior, algunos manantiales afloran hasta la superficie; en otros casos es necesario bombear la salmuera. En el pasado se hacía con norias de tracción animal, también conocidas como “norias de sangre”, y a partir del siglo XX con motobombas. Después, en casi todos los casos el agua fluye de una balsa a otra por gravedad hasta llegar a los cristalizadores, situados en la parte más baja de la salina (Hueso-Kortekaas, 2019). Por otro lado, los materiales localmente disponibles determinan los elementos de construcción: con madera, arcilla, caliza, etc., lo que otorga al espacio un carácter único y vinculado al paisaje circundante. Véanse por ejemplo las salinas canarias, con su característica roca volcánica, o las salinas aragonesas, cuyo fondo es de ladrillo rojo. En Guadalajara predomina el suelo de caliza irregular, mientras que en Añana (Álava) destacan las canalizaciones aéreas de madera. En el litoral, la arcilla es el material predominante.

Figura 1: Esquema de una salina de evaporación solar en el litoral.



Para que una salina funcione, no solo necesita unas infraestructuras adecuadas (canales, balsas, compuertas), sino que es preciso un ecosistema funcional y robusto que acompañe a todo el proceso de producción. Lejos de ser lugares desprovistos de vida, como a veces se perciben por el ambiente hipersalino que se genera en ellas, las salinas albergan una abundante, variada y frágil biodiversidad (Herbert *et al.* 2018, Saccò *et al.* 2021). En el contexto de este informe, se emplea la definición de biodiversidad del Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica firmado en Río de Janeiro en 1992: “la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de los ecosistemas”.

De los organismos que conviven con la salinidad algunos son halotolerantes (toleran la salinidad, pero no necesariamente la requieren) y los halófilos (necesitan sal en el ambiente). Estos últimos son los más frágiles, porque hacen un mayor esfuerzo fisiológico para adaptarse a la sal y son más vulnerables a cambios en su concentración. En una salina de evaporación solar, cada sistema de balsas es un ecosistema salino en sí mismo, en el que convive una comunidad trófica específica para la salinidad que hay en esas balsas (figura 1). En los evaporadores iniciales, donde la concentración de sal es aún baja, conviven hidrófitas, algas, microorganismos, invertebrados y peces; en los diques y taludes suelen nidificar y descansar aves, con presencia ocasional de reptiles y pequeños mamíferos. A medida que uno se adentra en la salina y la salmuera va adquiriendo concentración, disminuye la biodiversidad y aumenta la especialización de las especies allí presentes, pasando gradualmente de ser halotolerantes (es decir, generalistas que toleran cierta salinidad) a halófilas extremas (exclusivas de ambientes hipersalinos). Esto las convierte en especies cada vez más raras, en ocasiones endémicas, y cada vez más vulnerables a los cambios ambientales.

En los cristalizadores, donde la concentración de sal es máxima, solo sobreviven algas microscópicas, como la *Dunaliella salina*, que le otorga ese color rojizo tan característico, debido a su alto contenido en betacaroteno, que tiene la función de proteger al organismo de la fuerte radiación ultravioleta que hay en la salina. Desde el punto de vista de la producción de sal, la presencia de estas microalgas halófilas oscurece la salmuera y acelera su evaporación. En las balsas hay también materia orgánica, debido a las deyecciones de todo tipo de organismos y fruto de la descomposición de sus cadáveres. En una salina en buen equilibrio trófico, parte de esa materia orgánica sirve de alimento para bacterias y arqueas y otra parte, mínima, queda en la salmuera. Esta es la que permite la adherencia de cristales microscópicos de cloruro sódico, sobre los cuales se va formando la sal. Un exceso de materia orgánica no sería bueno, pues enturbiaría el agua y ensuciaría la sal, por lo que es importante permitir la presencia de bacterias e invertebrados, que a su vez las aves mantienen a raya.

Figura 2: Evaporador en Marchamalo (Murcia) con detalle del alga *Dunaliella salina* nadando entre cristales de sal (Foto grande: Katia Hueso Kortekaas / Foto pequeña: Mike Dyall-Smith).



En los taludes, canales y caminos crece la vegetación halófila, especializada en ambientes salinos. Su presencia es bienvenida, pues asegura su firmeza y además ofrece refugio a las aves que nidifican en ellos. La presencia de grandes masas de agua impide que los depredadores terrestres accedan a esos nidos, haciendo de las salinas lugares muy atractivos para la cría y el descanso de las aves. Estas, a su vez, son depredadores de otras especies (crustáceos, invertebrados) que habitan la salina, regulando así sus poblaciones. Una ventaja añadida de las salinas es que son instalaciones con cierto grado de vigilancia humana, lo que permite un mayor control si cabe de los depredadores terrestres (mediante vallados perimetrales o simplemente por la presencia humana).

Las salinas, bien gestionadas, se convierten así en reservorios de una biodiversidad especializada, por tanto, rara y vulnerable, que no existiría de no darse las condiciones de salinidad que se crean en ellas. Por esta razón, se suele decir que las salinas son sistemas que crean biodiversidad, en vez de destruirla. No solo hay sal en el ambiente, sino que cada conjunto de balsas tiene una salinidad específica que atrae a una comunidad trófica concreta, lo que crea de esa manera múltiples ecotonos entre un grupo de balsas y el siguiente, algo que en la naturaleza es difícil de encontrar en un espacio tan limitado. Es cierto que en el litoral hay salinidad en las marismas de forma natural, pero no con una concentración uniforme y, en consecuencia, no atraen a las especies asociadas que tienen las salinas artificiales. En el interior es aún más limitado: salvo contadas excepciones, no existiría salinidad natural de no haber instalaciones de producción de sal.

Por todo ello, las salinas de evaporación solar son ecosistemas de gran valor natural, en los que el ser humano ha sabido adaptarse a la naturaleza y esta tolera e incluso es estimulada por la actividad humana. Es un ejemplo de beneficio mutuo que solo puede darse con las condiciones adecuadas de clima, orografía, suelo y biodiversidad. Las salinas de evaporación solar son además un modo de explotación sostenible y circular: utilizan la energía del viento y del sol de forma directa, no generan residuos y proporcionan un recurso socioeconómico fundamental. Constituyen además una fuente esencial de servicios ecosistémicos de gran valor, más allá de la producción de sal. Ahora bien, como reservorios de biodiversidad que son, las salinas no son ajenas a las amenazas que sufre esta a escala global o regional. Europa sigue perdiendo biodiversidad a un ritmo alarmante. Las especies y los hábitats protegidos por la Directiva de Hábitats muestran un estado de conservación predominantemente desfavorable para el 60 % de las especies y el 77 % de los hábitats (EEA 2019). Este declive es especialmente relevante en el caso de los humedales, por la diversidad e importancia de los servicios ecosistémicos que ofrecen.

1.2 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA QUE OFRECEN LAS SALINAS

Entre los grandes valores ecológicos de las salinas de evaporación solar están los servicios ecosistémicos que proporcionan. Estos se definen (ver caja para más detalle) como los beneficios que ofrece un ecosistema a las personas y que están vinculados con el bienestar humano, desde la provisión de recursos naturales hasta la inspiración artística. Como humedales que son, aportan múltiples servicios, que complementan a los que ya se dan en marismas salinas naturales (Bromberg-Gedan *et al.* 2009, Adams *et al.*, 2021, Campbell *et al.* 2022), relacionados sobre todo con la provisión de recursos naturales (sal, salmuera, aguas madre, lodos) y de aspectos culturales (educación, turismo, bienestar, investigación, espiritualidad) que no son tan comunes en sistemas naturales (Costa *et al.*, 2016, Rodrigues de Melo Soares *et al.* 2018, Hueso-Kortekaas 2019). Las salinas abandonadas pierden algunos de ellos, al simplificarse la complejidad del ecosistema, perder su función productiva y, en algunos casos, dulcificarse el hábitat. En la figura 3 se pueden apreciar los servicios ecosistémicos que ofrecen las salinas antes y después de su restauración, es decir, en estado degradado y en estado funcional.

En el contexto de las salinas tradicionales, los **servicios de aprovisionamiento** incluyen no solo la producción de sal, sino la obtención de subproductos de las salinas, como lodos y aguas madre. También se pueden cosechar plantas halófilas, como la *Salicornia*, para su uso como forraje o en gastronomía; algas y microorganismos halófilos aplicados en la industria farmacéutica, alimentaria o energética. En algunas zonas de las salinas se puede practicar la acuicultura para la provisión de alimento humano o animal. La agricultura biosalina, la acuicultura y los cultivos energéticos son actividades compatibles con la producción de sal y la conservación.

Desde el punto de vista de hábitat, las salinas son espacios de refugio de biodiversidad, como se ha comentado antes, ya que proporcionan un imprescindible **servicio de soporte**. Ya sea como espacios de nidificación, alimentación o descanso para las aves y los invertebrados, nichos ecológicos para especies halófilas tanto de flora como de fauna o áreas

de campeo para otras especies, las salinas ofrecen hábitats muy diversos y específicos para especies que son, por lo general, raras y vulnerables por su adaptación a ambientes (hiper) salinos.

¿Qué son los servicios ecosistémicos?

Los servicios ecosistémicos son las **contribuciones de los sistemas naturales al bienestar humano y su calidad de vida**. Algunos servicios importantes son el suministro de alimentos, la purificación del agua, el control de las inundaciones y la inspiración artística, entre otros. Estos servicios, desde una perspectiva más holística, pueden considerarse las contribuciones de la naturaleza para la gente y son coproducidos por el capital humano y su cultura junto a su conocimiento y la tecnología. De forma generalizada, los servicios ecosistémicos, incluyendo la biodiversidad (servicio y sostén de los mismos) y los ecosistemas y sus procesos ecológicos y evolutivos asociados, se agrupan en tres secciones. Estas secciones hacen referencia a si las contribuciones al bienestar humano apoyan el abastecimiento de las necesidades materiales y energéticas (**servicios de aprovisionamiento**), la regulación y el mantenimiento del medio ambiente para los seres humanos (**servicios de regulación**) o las características no materiales de los ecosistemas que afectan al estado físico y mental de las personas, es decir, su significado cultural (**servicios culturales**). En la base de todos ellos está el mantenimiento del hábitat (**servicios de soporte**).

Universidad Complutense de Madrid, 2024

Los **servicios de regulación** son también muy diversos. Los humedales contribuyen a la regulación del clima, la prevención de la erosión, el manejo del agua superficial y subterránea, la regulación de inundaciones, el control de plagas y enfermedades, etc. En todo el mundo, los humedales almacenan hasta el 40 % del CO₂ global. Aunque hay indicios de que las salinas, incluso en producción, capturan más carbono del que emiten (ver más abajo), al ser humedales artificiales que requieren mantenimiento, podrían emitir más carbono del estimado si los sedimentos no se manejan adecuadamente (WWF-España 2020).

Tratándose de espacios creados por el ser humano, las salinas constituyen paisajes culturales de gran valor, contribuyendo así a los **servicios culturales**. En primer lugar, el conocimiento asociado a la producción de sal —las tradiciones, leyendas y costumbres relacionadas con esta actividad— forma un rico legado inmaterial. Y, en segundo lugar, el patrimonio mueble e inmueble es también parte de esos servicios culturales: los edificios, almacenes, molinos, mecanismos de bombeo, canales, balsas, etc. Con todo ello forman un atractivo legado para el ocio, la educación ambiental, la investigación científica y el (eco)turismo, que puede especializarse en muchas ramas: turismo minero, industrial, gastronómico, etnográfico, botánico, ornitológico, geológico o incluso astronómico. Además, las salinas son fuente de inspiración artística, que se manifiesta frecuentemente en obras pictóricas y literarias. Incluso, hay quien atribuye un valor espiritual a estos espacios, siendo lugares de celebración, romería y peregrinación.

Cuanto mejor sea el estado de conservación del espacio —tanto natural como cultural— más diversos y especializados serán los servicios ecosistémicos que este ofrece. En la figura 3 no solo se aprecia una diferencia entre una salina degradada y una recuperada y la diversidad de servicios que proveen, sino la calidad de muchos de ellos. Por un lado, su rol en la conservación y refugio de especies halófilas es imprescindible, pues una salina sin recuperar tiende a favorecer la implantación de especies glicófilas (es decir, de agua dulce) y generalistas. Por otro lado, tiene también beneficios colaterales para su entorno y las demás actividades que se dan en él. Un ejemplo de efecto sinérgico en la recuperación de los servicios ecosistémicos se dio en las marismas del cabo Cod (Massachusetts, EE. UU.). Al restaurar el entorno natural de las marismas, los mariscadores encontraron que su cosecha mejoraba significativamente. Lo que eran antes actividades que entraban en conflicto —la conservación y el marisqueo— se vieron mutuamente reforzadas cuando la naturaleza fue lo suficientemente resiliente para soportar ambas (Castagno 2018).

Figura 3: Servicios ecosistémicos de las salinas tradicionales en desuso, antes y después de su restauración. Basado en: de Groot et al. 2002, Bakker 2012, Hueso-Kortekaas 2019.



Dado que resulta un cálculo difícil de contrastar, se han hecho diversas aproximaciones al valor monetario de los servicios ecosistémicos de las marismas salinas. Bromberg-Gedan y colaboradores (2009) estiman que puede llegar, al cambio, a 13 600 euros por hectárea y año, sin incluir todas las actividades económicas asociadas a la producción de sal (véanse también Wang *et al.* 2002 o Zu Ermgassen & Löfqvist 2024). El World Resources Institute calcula, por otro lado, que los servicios ecosistémicos de los humedales a escala global tienen un valor de hasta 45 billones de euros anuales (Davidson *et al.* 2019) y que la restauración de 160 millones de hectáreas de tierra generaría 80 mil millones de euros en beneficios económicos anuales en el mundo, es decir, unos 500 euros netos por hectárea y año (Cook & Taylor 2020). Más allá del beneficio económico, es importante destacar también el papel de las áreas protegidas y de los ecosistemas restaurados en la identidad cultural de las comunidades locales, como se verá. En ellas se genera un bucle de retro-alimentación positivo a través del turismo y los productos locales que están fuertemente vinculados a esa identidad, tratándose, por tanto, de una oportunidad para el desarrollo socioeconómico local sostenible y responsable (EU 2017).

1.3 VALORES PATRIMONIALES DE LOS PAISAJES DE LA SAL

En Europa, como en otras partes del mundo, se entiende cada vez mejor la relación de interdependencia entre patrimonio natural y cultural. El ser humano ha estado intrínsecamente vinculado al medio natural y ha dejado en él no solo un innegable impacto, sino también una importante huella cultural. Los recursos naturales son también un legado que conviene manejar y proteger. Así, la Unión Europea creó la Red Natura 2000 —la red coordinada de áreas protegidas más grande del mundo— no solo con el fin de proteger la naturaleza, sino para preservar prácticas de uso del suelo y elementos culturales y sociales de los países de la Unión Europea (EU 2017). Un ejemplo paradigmático de hábitats con una huella cultural valiosa y duradera son, precisamente, las salinas, muchas de las cuales forman parte de la Red Natura 2000 (Costa *et al.* 2016, Ibarra-Marinas *et al.* 2021).

En cuanto a su recorrido histórico, la producción de sal se inició en el Neolítico, cuando el ser humano fue haciéndose sedentario e iniciando la práctica de la agricultura. La sal es un bien esencial no solo para la supervivencia de los animales, sino que tiene un gran valor como conservante de alimentos, por lo que se convirtió en un recurso esencial a medida que el ser humano ocupaba poblaciones estables y necesitaba almacenar y proveer de alimentos a grupos cada vez más numerosos. Con el tiempo, las técnicas de producción fueron mejorando y en época romana aparece la evaporación solar como se conoce hoy.

Las infraestructuras salineras son sencillas desde el punto de vista constructivo. Aparte de las balsas, en una salina suele haber almacenes, edificios auxiliares, casas de salineros, norias, canales, compuertas, etc. En cuanto al patrimonio mueble, se pueden encontrar herramientas para el trabajo del salinero, como rodillos, escobas, mazas, cazos, carretas, espuelas, etc. Los nombres de las estructuras, materiales y técnicas que se usan en una salina varían enormemente de un lugar a otro, léxico que constituye un rico legado inmaterial. Este se manifiesta también en los usos y costumbres en torno a la producción de sal: técnicas de trabajo, turnos de reparto de salmuera, oficios especializados, etc. Los archivos de las empresas salineras son también una rica fuente de conocimiento sobre la historia de una salina, en los que se pueden encontrar legajos de todo tipo: cartas, memorias, contratos, recibos, planos, esquemas, dibujos, fotografías.

Las relaciones históricas de una salina con su entorno también forman parte de su legado. Las rutas de comercialización, la distribución de la sal en los alfolíes autorizados, el contrabando, la competencia con otras salinas a lo largo de los siglos dejan una huella no siempre visible, pero sí relevante en el territorio; a veces solo perceptible en la toponimia. Aquellas salinas con cierta capacidad productiva enriquecieron a las clases pudientes, cuyo patrimonio se manifestaba en casas nobles, iglesias e incluso fortalezas. En los alrededores de las salinas suele haber estructuras de vigilancia como casas o torreones, que permitían ver si había tráfico sospechoso por la zona. También existe una estrecha relación entre la producción de sal y su transformación en otros productos, como salazones, encurtidos o las fábricas de *garum*, una salsa basada en pescado en salazón, muy común en zonas de ocupación romana. Mucho más tarde, hacia el siglo XIX, algunas salinas se asociaron a centros de balneoterapia, una actividad muy popular en la época.

1.4 RAZONES DEL DETERIORO DE LOS PAISAJES DE LA SAL

Los paisajes de la sal se han visto reducidos en número y diversidad en el último siglo. La tasa de abandono de salinas de evaporación solar durante el siglo XX llega al 90 % en lugares como España, Grecia, Alemania o el conjunto de la región mediterránea (Hueso-Kortekaas, 2019). Otros ambientes salinos, como humedales naturales, están sufriendo alteraciones en su composición y desecación a gran escala; por ejemplo, el mar de Aral en Kazajistán, el lago Urmia en Irán o el Gran Lago Salado en EE. UU. son los casos más llamativos (Wurtsbaugh *et al.* 2017, Hassani *et al.* 2020). Las razones para el desuso, abandono y alteración de los paisajes de la sal son múltiples y se podrían clasificar en tres grandes áreas: razones sociales, económicas y ambientales.

Razones sociales

En el pasado, muchas zonas salineras desaparecieron, sobre todo en el interior, por la desecación intencionada de humedales para el control de plagas y enfermedades. Estas zonas se consideraban insalubres, pues eran foco de en-

fermedades como la malaria, debido a la proliferación de mosquitos que en ellos se daba. Hasta la segunda mitad del siglo XX no se valoraban otros aspectos de los humedales y aquellos que se desecaron podían usarse con otros fines, desde el cultivo hasta la expansión urbana o simplemente como vertederos de residuos. A lo largo del siglo XX, la principal razón para el abandono de la producción de sal, sobre todo en explotaciones pequeñas, era la incapacidad para competir con salinas de mayor tamaño. El éxodo rural exacerbó dicho efecto. En el interior, esto supuso el simple abandono de las explotaciones, mientras que, en la costa, muchas salinas desaparecieron por el cambio de uso de suelo para fines turísticos, como urbanizaciones y puertos recreativos. La presión urbanística ha sido determinante no solo para su abandono, sino para la desaparición de cualquier vestigio de las salinas y, por tanto, su irrecuperabilidad total. En las salinas que habían ido sobreviviendo, la edad de los maestros salineros ha ido abocándolas al cierre, tras su jubilación y la falta de relevo generacional. Hoy en día, pocos jóvenes muestran interés en aprender un oficio físicamente intenso y estacional, como es el salinero. En otros casos, aun cuando se ha mantenido su morfología, las salinas se han transformado en proyectos de arrozales o acuicultura intensiva, incompatibles con la producción tradicional de sal (Crisman *et al.* 2009). Pese a ello, las antiguas zonas salineras aún mantienen un cierto grado de identidad en la comunidad local, pues aún hay residentes que las recuerdan en su pleno esplendor.

Razones económicas

La competencia de grandes salinas industriales ha hecho que aquellas de menor tamaño o que usan técnicas de producción menos eficientes (p. ej., salinas de ebullición, torres de graduación, lavado de arenas, etc.) hayan ido desapareciendo. Las exigencias de calidad y cantidad que fue imponiendo la industria, en particular el sector químico, se lo pusieron aún más difícil a las pequeñas explotaciones ya a principios del siglo XX. Unas décadas más tarde, la generalización del uso de neveras que sustituyeron a la sal como conservante de alimentos contribuyó a su declive. En el interior de la península ibérica, esto ha supuesto el cierre de la mayoría de las pequeñas explotaciones de sal que se encontraban aisladas en zonas de difícil orografía y con pocas alternativas de desarrollo económico. En el litoral, el incremento de valor añadido del suelo por su transformación del sector primario al terciario ha permitido a los propietarios obtener pingües ganancias, pero no así a otras personas que dependían económicamente de ellas, que han tenido que reconvertirse. Dado que este cambio tuvo lugar hace décadas, las consecuencias económicas son ahora imperceptibles. El bajo precio de la sal en el mercado y la concentración de empresas salineras en grandes consorcios de la minería o la energía amenazan en la actualidad con hacer desaparecer a salinas de tamaño medio, con lo que únicamente quedarían aquellas adheridas a estos grandes grupos.

Razones ambientales

Como ecosistemas en un delicado equilibrio trófico, las salinas son vulnerables a cambios ambientales derivados de la actividad humana. Impactos como vertidos, emisiones, ruido y alteración en la morfología de los hábitats derivan en una pérdida de biodiversidad y de funcionalidad, que afecta tanto a sus valores naturales como a su productividad. Una vez abandonada la gestión de una salina, una de las amenazas más habituales —sobre todo en el interior— es la dulcificación y eutrofización de las balsas, como resultado de la entrada de agua dulce cargada de lixiviados agrícolas, con alta carga de nutrientes (por el excesivo uso de fertilizantes, sobre todo) (Adam 2022). Una salina eutrofizada tiene dificultades para mantener su equilibrio trófico, se reduce el oxígeno disuelto en el agua y proliferan las cianofitas, impidiendo el crecimiento de las comunidades naturales de fito y zooplancton halófilos. Además, la falta de oxígeno disuelto impide la biodegradación de contaminantes y facilita la bioacumulación de metales pesados, lo cual es un problema añadido cuando en la zona ha habido actividad industrial o minera (Bromberg-Gedan *et al.* 2009). Por cuestiones de ordenación del territorio, la producción de sal por evaporación solar a menudo tenía lugar cerca de otras actividades extractivas o de transformación, con el riesgo que eso suponía para la contaminación del humedal y la traslocación de contaminantes a la red trófica. Por otro lado, las salinas abandonadas han simplificado la estructura de mosaico, tan característica de las salinas tradicionales, banalizando la biodiversidad que albergan. En las salinas de interior, sobre todo, la sobreexplotación de acuíferos puede llevar a la alteración de niveles freáticos que alimentan los manantiales de salmuera, incluso secarlos. La falta de sensibilidad de las autoridades de gestión de cuencas hidrográficas hacia este tipo de humedales hace que sea difícil asegurar el suministro regular de salmuera y se tienda entonces al deterioro del ecosistema y al abandono de la actividad productiva.

Estos fenómenos pueden estar exacerbados por el cambio climático. Este afecta no solo a los niveles de agua, sino también a los ciclos naturales de inundación y evaporación, a la composición de la biota y sus relaciones tróficas, así como a la composición química de las aguas (Green *et al.* 2017). Los efectos del cambio climático son múltiples y complejos, y están aún poco estudiados en el contexto de las salinas de evaporación solar. Amén de la subida del nivel del mar a escala global, se estima que se incrementarán los eventos meteorológicos extremos, con ciclones, huracanes¹ y danas, con potenciales inundaciones asociadas, cada vez más frecuentes y severas. Las salinas de evaporación solar en el litoral quedan, por lo general, por debajo del nivel del mar (para facilitar el flujo de salmuera desde la entrada hasta los cristalizadores), por lo que son especialmente vulnerables a las riadas e inundaciones costeras. Por otro lado, se sabe que las marismas salinas naturales retienen diez veces más carbono que, por ejemplo, las turberas. Se estima que capturan 210 gramos de CO₂ por metro cúbico y año y emiten menos metano que los humedales de agua dulce (Bromberg-Gedan *et al.* 2009, Costa *et al.* 2016). Según otro estudio, el carbono almacenado en las salinas artesanales es solo ligeramente inferior al de las marismas naturales (700 frente a 900 toneladas de CO₂ por hectárea), observándose además que las salinas activas capturan más carbono que las que están abandonadas (aproximadamente, 150 toneladas de CO₂ por hectárea más) (Díaz-Almela *et al.* 2019). Esta capacidad de retención se debe a la presencia predominante de plantas tipo C₃ (p. ej., *Scirpus sp.*), cuya fisiología responde mejor al CO₂ atmosférico. Las marismas y posiblemente las salinas son, por tanto, excelentes reservorios de carbono azul, si la gestión es adecuada. Uno de los mayores beneficios de la restauración de marismas salinas es, por tanto, la captura de carbono (Wang *et al.* 2022).

Aunque hay autores que consideran la producción de sal como una amenaza a las marismas salinas (Adam, 2002; Bromberg-Gedan *et al.*, 2009), lo cierto es que esta actividad, como se ha visto, es compatible con los valores de conservación del espacio, siempre y cuando se haga con el cuidado necesario (Crisman *et al.* 2009, Hueso-Kortekaas & Petanidou 2011, Hueso-Kortekaas 2019). Existen lugares en EE. UU. o Australia donde se ha reducido la intensidad de la explotación salinera a una escala más artesanal, para compatibilizar la conservación integrada de los valores naturales y culturales del sitio (Williams & Faber, 2001; Mottershead & Davidson 2009).

Son muchos los trabajos que destacan la necesidad de recuperar, de forma integrada y conjunta, los valores naturales y culturales de las salinas tradicionales. Todos ellos, en referencia a salinas tanto mediterráneas como de otros lugares, resaltan la interdependencia que existe entre ellos y los beneficios sociales, económicos y también ambientales que tendría acometer una restauración ecológica con esta mirada (Crisman *et al.*, 2009, Sovinc 2009, Hueso-Kortekaas & Petanidou 2011, Rodrigues *et al.* 2011, Gauci *et al.* 2017, Abad-Espinoza 2019, Martins *et al.* 2020). Como este último autor propone, más que “paisajes culturales”, las salinas bien podrían considerarse “paisajes colaborativos”.

¹ En 2010, la tormenta Xynthia destruyó una parte de las salinas de Île de Ré, en el litoral atlántico francés.

2. IMPORTANCIA DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SALINAS TRADICIONALES

En este capítulo, se ofrece un marco teórico sobre la restauración ecológica y conceptos afines, como los servicios ecosistémicos. Finalmente, se enmarcan estos conceptos en la política y normativa ambiental y se indican los principales mecanismos de financiación para su puesta en valor.

2.1 QUÉ ES LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

La restauración ecológica es uno de los pilares del Pacto Verde Europeo y las Naciones Unidas le han dedicado una década temática. Además, se ha creado normativa específica en la materia, tanto europea como española. Este interés no es casual. La restauración ecológica no solo es una medida para recuperar la biodiversidad, sino que es un instrumento esencial para combatir la crisis climática y mejorar la seguridad alimentaria, el suministro de agua y de recursos biológicos. Es una herramienta que contribuye a que los ecosistemas sigan prestando sus servicios y que se puedan sostener los medios de vida de las personas que dependen de estos. Sirve además para incrementar el nivel de sensibilización en la población local, pues un proyecto de cierta envergadura suscitará su interés (Curado *et al.* 2013).

Tal y como lo define la Sociedad para la Restauración de Ecosistemas (SER, en sus siglas en inglés), entidad de referencia en la materia a escala global, la restauración ecológica es el proceso de favorecer el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido (Van Andel *et al.* 2012). En su fundamento, la restauración apoya el proceso de recuperación de los espacios naturales degradados por perturbaciones antrópicas hacia un estado dinámico estable, con el objetivo de que los hábitats vuelvan a una situación previa al impacto humano. La degradación de un ecosistema se manifiesta, por ejemplo, con la ocupación de suelo natural para otros fines (agrícolas, ganaderos, urbanos, industriales), la fragmentación de hábitats, la contaminación del medio edáfico, acuático o atmosférico, así como con la introducción y dispersión de especies invasoras. Esto conlleva la disrupción de las interacciones entre especies, la pérdida de atributos biofísicos del medio, como la estructura o la composición química de los suelos o, lo que es aún más relevante en el caso de las salinas, la alteración de procesos hidrológicos. De todo ello resulta la disminución del potencial de los ecosistemas para sostener los medios de vida humanos (Keenleyside 2014).

Por estas razones, hace tiempo que la ciencia de la restauración ecológica ha avanzado desde la salvaguarda de la biodiversidad de un determinado hábitat a la recuperación de la funcionalidad de un ecosistema natural y los servicios que este ofrece. La conservación de especies o incluso de espacios, poco ayuda si no se garantiza la salud del entorno, es decir, de las relaciones que se dan dentro de él. Según la ya citada SER, se considera que un ecosistema es funcional cuando es capaz de desarrollar satisfactoriamente sus funciones de regulación de ciclos, de producción de recursos y de suministro de hábitat (Fundación Biodiversidad 2018).

Por tanto, no basta con “reintroducir” o proteger especies vulnerables, sino que hay que proveerlas de un espacio y unas relaciones que permitan su supervivencia y bienestar a largo plazo. Para ello, es necesario garantizar que el ecosistema, con énfasis en la idea de “sistema”, funcione adecuadamente, es decir, que su estructura y las relaciones entre sus componentes bióticos (seres vivos) y abióticos (aire, agua, suelo, energía) sean estables, robustas y resilientes. La restauración ecológica no solo recupera los hábitats naturales, sino que, llevada a mayor escala, contribuye a frenar la pérdida de biodiversidad y mitigar el cambio climático a escala global (Silliman *et al.* 2024). Se puede considerar que la restauración ecológica es el estadio más avanzado de gestión del medio natural, pues no solo reduce los impactos antrópicos y conserva los valores naturales, sino que recupera la integridad funcional del ecosistema (Nelson *et al.* 2024).

Se suele distinguir entre una restauración “activa” (que implica una acción proactiva, a menudo a través de algún tipo de ingeniería ecológica) y una restauración “pasiva” (que detiene o disminuye las presiones sobre los ecosistemas y permite que la dinámica natural de la biodiversidad haga el trabajo) (Valladares *et al.* 2017, Gann *et al.* 2019). Se tiende a preferir la restauración pasiva, pues implica una menor intervención en el terreno y menor riesgo de causar un daño no previsto. Sin embargo, mientras que las marismas naturales pueden restaurarse de forma pasiva, las salinas, en tanto que humedales artificiales, necesitan una restauración activa. Ello requiere una cuidadosa planificación de las intervenciones (Comín 2014).

Existe, tanto en la restauración ecológica como en la patrimonial, una gradación de intensidad que puede servir para valorar las necesidades (de recursos, de tiempo) para el proceso que se va a acometer (figura 4). Esa intensidad se determinará en función del estado en que se encuentre el bien y del estado al que se quiera llegar.

Figura 4: Intensidad creciente de los procesos de restauración ecológica (arriba) y patrimonial (abajo).



La restauración ecológica se inicia con acciones de conservación, que se dan cuando el medio natural está en buenas condiciones y no requiere de una modificación significativa. Si este está contaminado o modificado, es necesario aplicar medidas de remediación que faciliten una transición hacia un estado más cercano al deseado. Mediante acciones de diversa índole, se puede actuar no solo sobre las especies de interés, sino sobre el ecosistema en su conjunto, con el fin de alcanzar un estado ideal de funcionalidad óptima y resiliente.

Paralelamente, en la conservación del patrimonio cultural, una reparación consiste en una acción de mantenimiento de un bien que está operativo, pero requiere de una intervención concreta para recuperar o mejorar su funcionalidad en determinados aspectos. Una reconstrucción, por otro lado, es construir de nuevo el bien, sin que necesariamente recupere su función original. La rehabilitación sería el paso en el que dicha función (u otra similar, compatible con la conservación del bien) se recupera.

A medida que se avanza en esta gradación en cada uno de los escenarios, es lógico que la intervención requiera de mayor tiempo y recursos de todo tipo (humanos, técnicos, materiales, financieros), siendo, por tanto, un proceso de alta intensidad. En la restauración ecológica de salinas tradicionales, se deben tener en cuenta ambas líneas, que no necesariamente irán en paralelo. Puede suceder que se necesite diferente grado de intervención en el medio natural que en el patrimonio cultural o que los procesos se den a diferente velocidad, a medida que se van consiguiendo los recursos necesarios. La planificación (véase más abajo) debe tener, por tanto, en cuenta ambos flujos. Por otro lado, cuando se completa la recuperación integral de un bien mixto o un paisaje cultural como es una salina tradicional, se gana en resiliencia, coherencia y autenticidad. Estos constituyen los pilares de la sostenibilidad del proceso, que conduce al éxito en la iniciativa.

Aunque la restauración ecológica *stricto sensu* persigue devolver el entorno a sus condiciones originales, sería un debate académico averiguar cuáles fueron estas en una región tan antrópica como la mediterránea. Un paso más allá de la restauración ecológica clásica es entender el papel del ser humano en la modificación de ecosistemas naturales o incluso en la creación de ambientes antrópicos de alto valor ecológico. Los paisajes culturales (p. ej., dehesas, olivares, viñedos, cafetales) y, en particular, los humedales artificiales (p. ej., arrozales, turberas) son una muestra de ello. Aceptar que la influencia humana puede enriquecer un sistema natural permite también acometer acciones de restauración compatibles con la actividad humana tradicional, apoyando así el desarrollo local sostenible y resiliente.

2.2 BENEFICIOS DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Como ya se ha dicho, el objetivo principal de la restauración ecológica es la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas, cuya salud a su vez genera beneficios ambientales. A escala local, se recupera la biodiversidad, se mejora la calidad ambiental y se provee de una mayor variedad y calidad de servicios ecosistémicos, como se ha visto. A largo plazo, se contribuye a la resiliencia de los sistemas naturales, lo que tiene consecuencias sobre la salud humana, la seguridad alimentaria y la capacidad de adaptación a los cambios de la sociedad. Llevada a gran escala, la restauración ecológica contribuye tanto a la mitigación como a la adaptación al cambio climático, a frenar la pérdida de biodiversidad y a la capacidad del planeta de resolver los desafíos ambientales a gran escala y alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible.

Además de las evidentes ventajas ambientales, la restauración ecológica genera beneficios sociales, que derivan en un mayor bienestar percibido por las comunidades locales y fortalece sus lazos culturales e identitarios. Y, en caso de que sea posible, se dan también beneficios económicos que derivan de la explotación sostenible de los recursos naturales, lo que genera también un beneficio económico (Valladares *et al.* 2017). Se pueden considerar en este cálculo los beneficios privados, es decir, aquellos que revierten directamente sobre el propietario del terreno. Entre ellos están, lógicamente, los que resultan de la explotación sostenible de los recursos naturales, pero también los que se puedan obtener en el mercado de carbono. Por otro lado, se encuentran los beneficios económicos públicos, que tienen que ver con aspectos más abstractos y a más largo plazo, es decir, los derivados de la resiliencia climática, el aumento de la biodiversidad, el refuerzo del tejido social y la identidad cultural (Löfqvist *et al.* 2023).

2.3 LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LAS SALINAS TRADICIONALES

Las salinas tradicionales son un claro ejemplo de ecosistemas antrópicos que enriquecen la diversidad funcional de los ambientes naturales en los que se encuentran (marismas, en el caso de las salinas de litoral; estepas semiáridas, en el caso de las de interior). Sirven, además, como mecanismos de compensación para las zonas de litoral o de interior que ya no se pueden recuperar, por muy diversas causas (generalmente, el cambio de usos de suelo).

La clave para que estos ecosistemas “enriquecidos” provean de todo el rango de servicios ecosistémicos que se espera de ellos es que la salina esté en funcionamiento. El circuito del agua debe estar activo para que se generen los ambientes de creciente salinidad y, por tanto, haya diferentes focos de biodiversidad asociados a la salinidad en cada grupo de balsas. Una salina abandonada deja de presentar esa variedad de ambientes y puede incluso dulcificarse si no entra en ella agua salada (del mar o de un manantial) de forma espontánea.

Como se detalla más adelante, no es fácil encontrar trabajos que ofrezcan una visión de conjunto de la restauración ecológica de una salina, ya esté en desuso o en declive. Lo habitual es encontrar referencias a la restauración de marismas salinas naturales, con prevalencia de ambientes de este tipo en el norte de Europa y el este de los EE. UU. (véanse, por ejemplo, Bakker 2012, Billah *et al.* 2022). En este informe, no obstante, el énfasis está en la recuperación de la funcionalidad de ecosistemas salineros más que salinos y en ambientes mediterráneos.

La restauración ecológica de una salina en desuso no puede entenderse sin una mirada integral a sus valores, tanto naturales como culturales y humanos. La interdependencia de estos, y el origen de la salina como tal, hace necesario incorporar el factor humano en sus valores. La restauración de un ecosistema de este tipo requiere también recuperar aquello que generó sus condiciones específicas. En este caso, por tanto, se debe procurar revertir sus valores al momento en el que la salina estaba en producción, que es lo que ha creado esa red de redes tróficas en su seno. Idealmente, un proyecto integral de restauración ecológica de una salina abandonada debe aspirar a recuperar la producción de sal en condiciones similares a las que había en su momento de mayor esplendor, tanto natural como cultural. Esto implica recuperar el manejo del recurso hídrico (la salmuera), de manera que fluya por la salina y cree microecosistemas salinos en cada grupo de balsas, para que en cada una de ellas existan las condiciones únicas que enriquecen no solo la biodiversidad como tal, sino las relaciones funcionales de los ecosistemas que entre ellos y dentro de ellos se dan.

No siempre es posible devolver una salina a su estado funcional por diversas razones: el estado de las instalaciones, el acceso a salmuera, la colmatación de pozos y balsas y, en no pocas ocasiones, la dificultad de encontrar a personas

que conozcan su funcionamiento con suficiente detalle. La restauración en estos casos se debe centrar en recuperar la calidad ambiental del espacio recreando en la medida de lo posible las condiciones que hacían posible la producción de sal y, con ello, la existencia de una biodiversidad especializada y específica del lugar.

La restauración ecológica se sustenta sobre ocho principios fundamentales (WWF-España 2020), que se detallan a continuación:

- Compromiso y participación de los agentes sociales
- Apoyo en diversidad de conocimientos respaldados por la ciencia
- Basada en ecosistemas autóctonos de referencia, pero sensible a los cambios ambientales
- Soporte para los procesos de recuperación del ecosistema
- Evaluación de metas y objetivos mediante indicadores
- Búsqueda del mayor nivel posible de recuperación
- Aplicar la restauración a la mayor escala posible para maximizar el valor acumulativo
- Integrada en un marco más amplio de restauración y transferencia.

Según la SER, se considera que un ecosistema ha sido restaurado desde el punto de vista ecológico cuando (Fundación Biodiversidad 2018):

- Contiene suficientes elementos bióticos y abióticos para conservar su desarrollo sin actuaciones de mantenimiento continuado.
- Se autorregula tanto estructural como funcionalmente.
- Demuestra resiliencia bajo circunstancias normales de estrés ambiental y otras perturbaciones.
- Se integra e interactúa a diferentes escalas con otros ecosistemas, estableciendo flujos bióticos, abióticos o culturales.

Aunque la restauración ecológica de una salina tradicional debe estudiarse, planificarse e implementarse de acuerdo con las condiciones específicas de cada sitio, es importante aprovechar las experiencias anteriores y aprender tanto de los éxitos como de los fracasos del pasado. Este documento trata precisamente de extraer las mejores prácticas de experiencias similares en la región mediterránea, con referencia a otras zonas del mundo. Estudios comparativos de espacios similares resultan muy útiles para valorar la réplica de acciones de restauración y su expansión en hábitats similares (Costa *et al.*, 2016, Ibarra-Marinas *et al.* 2021).

Estos principios se van a ver reflejados en las diferentes fases de implementación de los proyectos de restauración ecológica, como se verá.

2.4 FASES DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE UNA SALINA

La restauración ecológica de un paisaje cultural como una salina tradicional debería incluir las cuatro fases: diagnóstico, planificación, implementación y gestión. Cada una de ellas se sustenta en aspectos clave que deben tratarse para asegurar su correcta ejecución. De forma transversal a estas cuatro fases, la restauración debe apoyarse en tres aspectos: la gestión adaptativa, la información y comunicación y el compromiso (Durham *et al.* 2014, WWF-España 2020, Hueso-Kortekaas 2023, Nelson, *et al.* 2024; figura 5).

Diagnóstico

Se debe valorar el estado del medio natural, preferiblemente en comparación con un modelo de referencia que permita cuantificar las condiciones actuales de la salina. El modelo de referencia puede ser un ecosistema similar en otro lugar, o ese mismo espacio, en el pasado (previo al impacto o al deterioro sufrido). Este concepto es especialmente complejo cuando se habla de paisajes culturales, pues ya ha habido una modificación significativa sobre el ecosistema natural

de origen. Se trata, por tanto, de buscar un marco en el cual la conservación de los valores naturales y culturales sea mutuamente beneficiosa, más que un estado *virgen*, es decir, previo a cualquier transformación. El diagnóstico de las condiciones del **hábitat** debe tener en cuenta la descripción física de este (altitud, topografía, geomorfología, clima, hidrología). Para ello, se pueden usar mapas geológicos, topográficos e hidrográficos, fotografías históricas, imágenes de satélite y datos de clima. A escala menor, también es necesario conocer los parámetros bioquímicos y físicos que den pistas sobre la calidad del agua: salinidad, presencia de otras sales o de contaminantes, oxígeno disuelto, pH, turbidez... Estos parámetros pueden actuar como síntomas de buena (o mala) calidad del hábitat. Además, para valorar la comunidad biótica es necesario conocer la flora y fauna del lugar, incluyendo otros organismos como hongos y bacterias, a ser posible. Es importante entender el rol de las diferentes especies, como las pioneras, indicadoras o bandera, que son clave a la hora de cuantificar el estado de conservación del espacio. También es necesario saber si hay especies invasoras o las que, por su valor comercial o cultural, han sido (sobre)explotadas. Es interesante averiguar si existen bancos de semillas de especies autóctonas, que pueden ser un recurso útil en fases posteriores.

Figura 5: Fases de un proyecto de restauración ecológica. Adaptado de: Nelson *et al.* (2024).



Una adecuada caracterización de los valores naturales del entorno permitirá también conocer el potencial para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales que ofrece. Están, por un lado, los recursos abióticos, como minerales, lodos o las aguas madre; por otro lado, la flora y fauna naturales, que se recolectan o capturan tal cual, o la flora que se puede cultivar. Además de la caracterización biótica y abiótica del lugar, es importante conocer las relaciones que hay entre estos factores y determinar también si es posible aprovecharlos, sin menoscabo de la calidad ambiental del espacio (Williams 1998).

Se deben también identificar los impactos que sufre la salina, para lo cual es útil emplear indicadores de presión, estado y respuesta. Existen algunos trabajos que proponen indicadores de este tipo para los paisajes de la sal, en los que se inspiran los sugeridos en la tabla 2.

Finalmente, los aspectos relacionados con la huella humana, como el paisaje y las actividades socioeconómicas y culturales en el entorno, deben ser evaluados. El **paisaje** incluye la intervención humana en el medio natural; en este caso, la

salina como espacio de producción de sal. En concreto, se habla de paisaje cultural, dada la incorporación de elementos de patrimonio cultural material e inmaterial en el medio. La idea de paisaje viene también determinada por la mirada humana, es decir, incluye una perspectiva subjetiva por parte de quien lo contempla y que añade una dimensión emocional a los valores naturales del espacio. La recuperación de una salina, en cuanto que paisaje cultural, debe respetar también los aspectos sensoriales y estéticos que la identifican, tales como la colocación lógica, coherente y ordenada de las infraestructuras, su integración en el medio y la oportunidad de percepción sensorial (visual, sonora, táctil, olfativa e incluso gustativa) que debe ofrecer a quienes allí están.

Tabla 2: Lista de indicadores de evaluación del estado inicial de una salina para su restauración ecológica

Indicadores	Sí (¿cuál/es?) o no
<i>Calidad como humedal</i>	
1. Tiene un carácter único a escala regional o nacional (como humedal)	
2. Está reconocido con figuras de protección	
3. Cuenta con instrumentos de planificación y gestión específicos	
4. Forma parte de un sistema de humedales	
5. El humedal alberga especies de flora o fauna protegidas o de prioridad para su conservación	
6. El humedal es clave en la identidad de la comunidad local	
7. Contribuye a numerosos servicios ecosistémicos, incluidos los culturales	
8. Hay amenazas a su supervivencia como humedal	
9. El deterioro ambiental y natural es reversible mediante acciones de restauración ecológica	
10. El humedal tiene valor científico	
<i>Calidad como salina</i>	
1. Tiene un carácter único a escala regional o nacional (como salina)	
2. La salina no precisa modificaciones significativas para (volver a) funcionar	
3. Las posibles modificaciones no afectan a los valores de conservación del espacio natural en el que se encuentra	
4. Existe conocimiento vernáculo que permita su recuperación como espacio productivo	
5. Hay personas interesadas en formarse y trabajar como maestros salineros	
6. Hay interés social en su recuperación	
7. Hay apoyo explícito y tangible de las autoridades y otras entidades para su recuperación	
8. La recuperación como salina contribuirá al desarrollo socioeconómico local	
9. Hay mercado para los productos y servicios que puede ofrecer la salina (más allá de la sal)	
10. El deterioro material es reversible mediante acciones de rehabilitación y restauración ecológica	

Fuente: Adaptado de Hueso-Kortekaas 2019 y WWF-España 2020. Consúltese también Marques et al. 2009 y López et al. 2010.

Al paisaje, tanto como al medio natural, le pueden afectar negativamente aquellas actividades que supongan un impacto. Estas deben ser controladas o eliminadas, mientras que aquellas que sean compatibles o incluso beneficiosas para los valores naturales del lugar, toleradas o incluso protegidas. Para ello es importante caracterizar adecuadamente el **medio socioeconómico** y sus protagonistas: los agentes sociales. Estos pueden encontrarse en el territorio o no, pero son aquellos que tienen influencia sobre la gestión del espacio, sobre su estado o se ven afectados por la existencia y uso de este. La figura 6 muestra los agentes sociales más habituales en el entorno de las salinas tradicionales, teniendo en cuenta su capacidad de decisión y su presencia física sobre el terreno. En el primer caso, la capacidad de decisión viene dada por la titularidad o la gestión del bien y es evidente que son entidades o personas clave a la hora de acometer un proyecto de restauración. Los agentes sin capacidad de decisión tienen también un rol imprescindible como elemento de apoyo y de presión social, por lo que conviene tenerlos también en cuenta.

Con respecto a la presencia en el territorio, aquellos agentes que están físicamente cerca del bien tendrán una visión más realista y cercana de lo que sucede en y con él. Su conocimiento del lugar será profundo y con riqueza de matices, aunque pueden presentar sesgos personales y profesionales que generen conflictos de interés. Aquellos más alejados del territorio tienen una perspectiva más superficial pero también más objetiva. Tienen visión de conjunto y capacidad de comparar con otros lugares, lo que resulta útil para extraer buenas prácticas y aprovechar las lecciones aprendidas en procesos similares que se hayan dado en otros lugares. Esta guía es, precisamente, ejemplo de esa mirada.

Asimismo, es esencial investigar las relaciones que existen entre los agentes sociales y cómo ejercen su influencia sobre el espacio. No solo se trata de saber qué capacidad de decisión y gestión formal tienen sobre los recursos naturales y las posibles alternativas a su uso, sino también su potencial para influir en quienes la tienen. Los líderes informales de opinión son clave en ello (pueden ser desde cronistas o intelectuales locales hasta presidentes de asociaciones de vecinos o familias históricamente influyentes en la zona). En el caso de una salina, es esencial el papel de la propiedad y, si lo hubiera, el personal de la salina. Con todo ello, se establece una evaluación de base que sirve de referencia para la planificación, el diseño y el seguimiento de las acciones de restauración.

Figura 6: Agentes sociales en la restauración ecológica de una salina tradicional



Es posible diagnosticar todos los aspectos mencionados mediante un análisis DAFO (Debilidades-Amenazas-Fortalezas-Oportunidades). Este permite identificar, para cada aspecto, aquellos factores intrínsecos de la salina que pueden contribuir a su deterioro (debilidades) o a su mejora (fortalezas), así como aquellos factores del entorno que obstaculizan (amenazas) o aceleran (oportunidades) su recuperación. Mientras que los factores intrínsecos son propios de la salina y están presentes en ella en el momento del diagnóstico, los extrínsecos pueden ser tanto actuales como proyectados en el futuro. Además, en el diagnóstico se debe incidir no solo en los valores naturales del espacio, sino en el potencial de explotación salinera tradicional y compatible con la conservación, por lo que el análisis ha de tener también en cuenta los aspectos sinérgicos que aúnan conservación con explotación y el beneficio mutuo que pueden proporcionarse entre sí.

Planificación

Una vez identificados los retos y amenazas a las que se enfrenta el ecosistema, es importante planear la restauración. Como en cualquier documento de planificación, lo primero que debe hacerse es identificar la **misión, visión y objetivos** de este, es decir, para qué se planea la restauración. Para establecer estos puntos, es imprescindible una buena fundamentación científica, que ayude a establecer objetivos realistas a las diferentes escalas de interés (desde genes hasta ecosistemas, pasando por organismos, poblaciones y comunidades). El apoyo del conocimiento científico consolidado es fundamental para alcanzar el éxito y evitar que la restauración se base únicamente en una foto fija (Pétillon *et al.* 2023, Silliman *et al.* 2024). Dado que se trata de recuperar la funcionalidad del ecosistema, que por definición es algo dinámico, debe establecerse un marco concreto de actuación que sirva de hoja de ruta, para lo cual es de gran ayuda servirse del estado del ecosistema de referencia identificado en la fase anterior. Idealmente, un proyecto de restauración ecológica debe estar enmarcado en una estrategia de rango espacial mayor, de tal manera que se facilite la conectividad entre hábitats y se fortalezcan los ecotonos entre diferentes espacios naturales. Mientras que la misión y la visión establecen el marco estratégico, los objetivos deben ser concretos, cuantificables y medibles en el tiempo, es decir, SMART² (en sus siglas en inglés). Dado que se trata de recuperar el ecosistema mediante una actividad productiva (cosecha de sal, entre otros), los objetivos deben incorporar la necesidad de sostener esa actividad productiva de una forma compatible con el resto de los objetivos de conservación y restauración.

Para que un instrumento de planificación funcione sobre el terreno, es imprescindible investigar la **gobernanza** local, es decir, los derechos de propiedad, uso y gestión del espacio; los usos formales, informales, tolerados o incluso no autorizados de los recursos naturales; la influencia de otros agentes sociales, presentes o no en el territorio; así como los usos culturales, inmateriales e incluso espirituales del entorno. También es necesario conocer qué otras actividades tienen lugar fuera del espacio pero pueden influir sobre él, ya sea positiva o negativamente (minería, agricultura, pesca, ganadería, turismo, industria, urbanismo). Con todo ello se crea una estructura de gobernanza y gestión para la restauración ecológica que identifica las tareas y responsabilidades de cada cual. Además, para ello es útil no solo conocer la motivación de cada agente social implicado, sino sus conocimientos, habilidades y necesidades de formación. Así, se promueve el aprendizaje mutuo, el intercambio de buenas prácticas, el reconocimiento del saber ecológico tradicional (TEK³, en sus siglas en inglés) y el uso de ciencia ciudadana como herramienta de implicación social. El TEK, en el caso de los paisajes culturales, no solo atañe a los recursos naturales tal como aparecen en el medio, sino que incluye su recolección, manipulación y transformación. En el caso de las salinas tradicionales, incluirían, por tanto, el uso de la salmuera, las aguas madre, los lodos, así como el aprovechamiento y eventual cultivo de la flora y fauna halófilas.

Para que el diseño de la gobernanza del plan de restauración funcione, es necesario insertarlo en el **marco normativo y político** existente en todas las escalas y sectores de actuación. La normativa (local, regional, nacional, internacional) es de obligado cumplimiento y debe respetarse. Más allá de la normativa de conservación del medio natural, los diferentes sectores implicados en el uso de los recursos naturales del territorio tienen normativa sectorial que igualmente debe conocerse y cumplirse (p. ej., costas, turismo, agricultura, ganadería, caza y pesca, minería, industria, urbanismo). Sobre el terreno hay instrumentos de planificación ya existentes que deben respetarse, como son los planes de conservación del medio natural (los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, los Planes Rectores de Uso y Gestión, los Planes de Desarrollo Sostenible y similares, en el caso de los espacios naturales protegidos) o las diversas figuras de ordenación del territorio (p. ej., planes de urbanismo, de protección de suelo). Finalmente, las políticas sectoriales en los diferentes niveles de gobernanza deben tenerse en cuenta para el cumplimiento a largo plazo de los objetivos de la restauración. Todo ello se complica cuando hay una actividad productiva de por medio, que en el caso de las salinas es especialmente complejo, por la mezcla de competencias sectoriales y niveles administrativos que comporta, como se verá.

La clave del éxito en cualquier proyecto, como es lógico, es la **financiación**. Por lo general, es necesario asegurar múltiples fuentes, tanto de origen público como privado, que se complementen entre sí. Es importante no solo asegurar los recursos monetarios para la puesta en marcha del proyecto, sino para su mantenimiento a largo plazo. Dado que esto último es más difícil de obtener, crear oportunidades de desarrollo socioeconómico sostenibles y resilientes, mediante la comercialización de productos y servicios compatibles o incluso que fomenten la conservación de los recursos natura-

2 SMART: *Specific, measurable, results-oriented and time-limited*, es decir, específicos, medibles, orientados a resultados y limitados en el tiempo.

3 TEK: *Traditional Ecological Knowledge*.

les, contribuirá a la autosuficiencia del proyecto y, por tanto, a su éxito a largo plazo. Esto es especialmente interesante para las salinas tradicionales, que pueden compaginar la producción de diferentes tipos de sal con una amplia variedad de productos y servicios (turismo, gastronomía, bienestar, educación, agricultura biosalina, investigación) compatibles entre sí. Más adelante en este documento se analizan posibles mecanismos de financiación para proyectos de restauración ecológica de salinas tradicionales en España.

La buena noticia es que, en ciertos casos al menos, la recuperación del estado operativo de una salina es relativamente asequible. Desde el punto de vista del espacio natural, son terrenos llanos y accesibles, por haberse tratado de espacios productivos que necesitaban conexiones por caminos y carreteras. La circulación de vehículos, el movimiento de tierras y otras acciones de restauración de cierta envergadura se simplifican. Desde el punto de vista de la infraestructura, una salina es poco compleja y los materiales suelen ser materias primas accesibles (piedra, madera, etc.). Las balsas, caminos, canales y diques son sencillos de construir y quizá la mayor limitación es hacerlo de forma respetuosa con el entorno (p. ej., tener en cuenta la época de cría de aves, evitar la compactación del suelo o mantener el agua limpia durante las obras).

Implementación

Una vez elaborado el plan, es el momento de iniciar las actuaciones concretas sobre el territorio. Para ello es fundamental poner a disposición los recursos humanos, técnicos y **materiales**, en específico, las **herramientas** que se necesitan para ello y que se habrán identificado previamente durante la planificación. En términos de recursos humanos, es conveniente la formación; para recursos materiales, se precisa financiación. Los recursos monetarios también deberían cubrir, como es lógico, los costes del personal contratado (salarios, honorarios, viajes, seguros). La adquisición de productos y servicios tendría que ser coherente con los objetivos del proyecto, persiguiéndose aquellos con garantías de ética ambiental, equidad social y sostenibilidad en general. La oferta de productos y servicios de una salina tradicional restaurada también ha de obedecer a estos criterios formales, pues la coherencia y la autenticidad son valores que perduran y apoyan los objetivos de restauración.

Las **acciones de restauración** deben reflejar y apoyar los objetivos establecidos en la planificación. Estas pueden ser de alto impacto, como movimientos de tierras, eliminación de especies invasoras o restauración hidrológica, por lo que deben ser planificadas con mucho cuidado. En la mayoría de los casos, se trata más de “eliminar” que de “añadir”, dejando que la naturaleza siga su curso y se recupere a su ritmo una vez retiradas las barreras físicas y biológicas para ello. Solo en ciertas ocasiones se pueden colocar elementos que faciliten esa recuperación, como plantaciones de especies nativas o la construcción de islas nido o diques para el asentamiento de flora y fauna autóctonas. Durante la aplicación de las acciones concretas es imprescindible estar al tanto de la burocracia necesaria para su puesta en práctica (permisos, licencias, autorizaciones, notificaciones). Igualmente, es importante conocer los posibles cuestionamientos éticos en relación con la (re)introducción, traslocación, manipulación o eliminación de especies de flora y fauna; así como conocer la aplicación y puesta en valor del saber etnobotánico y otras formas tradicionales de uso de los recursos naturales. En estos últimos casos, hay que valorar distintos aspectos previamente, como averiguar si esos conocimientos podrían estar protegidos por derechos de propiedad intelectual o, antes de plantar semillas de especies nativas, es preferible usar semilleros locales, para mantener su integridad genética. En general, para la correcta puesta en marcha de las acciones es necesario llevar a cabo un análisis de riesgos, que determine las consecuencias probables en cascada para otros elementos (a)bióticos del espacio o para los distintos factores ambientales. Es decir, se debe no solo identificar la probabilidad y severidad de estas posibles consecuencias, sino cómo actuar una vez que suceden, mediante un plan de contingencia *ad hoc*. En el capítulo 5 se ofrecen recomendaciones prácticas para las acciones de restauración en salinas tradicionales.

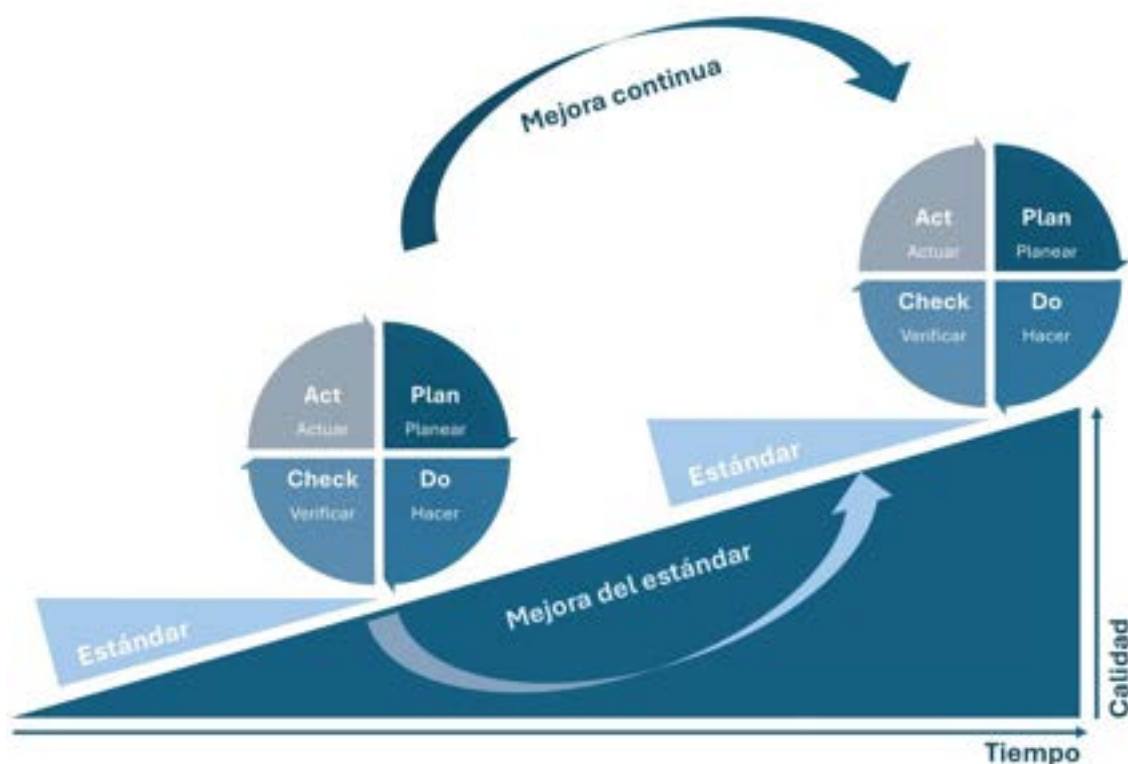
Dado que muchas consecuencias, positivas o no, de las acciones de conservación se revelan con el tiempo, es esencial **registrar y documentar** todos los pasos que se dan en la puesta en marcha del plan de restauración. Deben quedar registrados por escrito y, a ser posible, de forma gráfica (en foto o vídeo); también las personas responsables de las acciones, quienes las ejecutan, cuándo y dónde se han realizado, qué coste han tenido, qué materiales y herramientas se han empleado y cualquier otra observación relevante para la acción registrada. Esta documentación ha de ser accesible y comprensible para cualquier persona que desee acceder a ella posteriormente, así como la relacionada con los aspectos burocráticos del proyecto (solicitudes, concesiones, contratos, facturas), que quedará correctamente ordenada y custodiada.

Gestión y seguimiento

La gestión y seguimiento de proyectos de restauración ecológica es la fase en la que se observa la eficacia de las decisiones que se han tomado y los pasos que se han dado. En todo sistema de gestión (ambiental, de calidad, de prevención) se persigue la mejora continua, para lo cual es recomendable utilizar la herramienta planteada por W. Edwards Deming, conocida como ciclo de Deming o ciclo PDCA (de las siglas en inglés de *plan-do-check-act*, es decir, planear-hacer-verificar-actuar; Figura 7). Las cuatro etapas se resumen como sigue:

- **Planear:** Amén de la planificación de la restauración ecológica, se debe tener una idea de la hoja de ruta para la salina una vez restaurada. ¿Está enfocada a la conservación y educación ambiental? ¿Se va a recuperar también la actividad salinera? ¿Qué otras actividades se pretenden realizar que sean compatibles con la conservación (turismo, gastronomía, salud, formación, I+D)? ¿Quién va a desarrollar, gestionar y monitorizar las actividades? ¿En qué momento van a tener lugar? ¿Cómo se van a financiar? La planificación de la gestión permite identificar los **recursos** técnicos, humanos y materiales que son necesarios **a largo plazo** para garantizar el éxito del proyecto. Puede ser necesaria una formación específica para las personas que lo vayan a hacer, o diseñar la toma de datos de manera que se pueda contar con actividades de ciencia ciudadana, que a su vez contribuirán a afianzar el compromiso de la comunidad local con el proyecto. La existencia de la actividad económica desde los inicios, en el caso de la restauración de salinas tradicionales, es sin duda una salvaguarda para la provisión de recursos a largo plazo, pues apoya —aunque no necesariamente garantiza— la autosuficiencia en etapas posteriores a la restauración como tal.
- **Hacer:** Una vez conocidas las actividades y sus responsables, los plazos de realización o los recursos necesarios para ello, se procede a ejecutarlas. Es muy importante que haya una coordinación de todos los agentes implicados, especialmente porque puede haber incompatibilidades entre acciones si no se efectúan de forma adecuada (por ejemplo, en la protección de aves nidificantes y en la preparación de la salina para la cosecha). Cada responsable de área debe conocer las implicaciones de su actividad para las demás y todas ellas deben tener en cuenta el hilo conductor que las mueve, que es la conservación y mejora de la funcionalidad ecológica del sistema.
- **Verificar:** Esta es quizá la etapa más importante del proceso de gestión, en la cual se comprueba el éxito de las acciones previas y de las actividades posrestauración. El seguimiento de un proyecto de restauración debe empezar con la identificación de los aspectos clave para su éxito. Pueden concretarse mediante preguntas específicas que reflejen la respuesta de las acciones a las amenazas, presiones e impactos identificados en las fases iniciales. Para contestar a estas preguntas debe realizarse una adecuada **selección de indicadores**, que proporcionen respuestas claras, sencillas de medir, cuantificables y estables en el tiempo. El diseño de los indicadores debe permitir, por tanto, que se puedan obtener los datos en campo de forma científicamente fiable, económicamente viable y que reflejen los cambios de estado a una escala espacial y temporal adecuada para lo que pretendan representar (EUROPARC-España 2010). Esta es, por tanto, la clave de un adecuado seguimiento de la intervención y, si es necesaria, su corrección.
- **Actuar:** Tras la evaluación inicial de los resultados en la etapa de verificación, se deben identificar no solo las buenas prácticas, sino, sobre todo, las debilidades, los errores y los puntos de mejora que permitan extraer las lecciones. Cuanto más detallado sea ese análisis, más va a facilitar la mejora de los aspectos que han fallado y, por tanto, su corrección. Esta etapa es la que conduce a la **mejora continua** del sistema, que puede verse como una espiral ascendente en la que se suceden las fases del ciclo de Deming. Se consigue en cada vuelta de la espiral un mejor desempeño y que los estándares de calidad del proceso vayan subiendo y afianzando el éxito del proyecto.

Figura 7: Ciclo de Deming o ciclo PDCA a lo largo del tiempo.



Basado en un diseño de Johannes Vietze.

De forma transversal a las fases de proyecto (planificación, implementación y gestión; Figura 5), se encuentran tres herramientas fundamentales que conducirán al éxito en la consecución de sus objetivos:

Gestión adaptativa

Los proyectos de restauración ecológica suelen tener una visión de largo plazo. Aunque la planificación e implementación de estos se desarrollen en un tiempo relativamente breve (pocos años), el objetivo es que los resultados perduren en el tiempo. La gestión adaptativa permite, por tanto, reconocer y aceptar la incertidumbre que conlleva cualquier proyecto de larga duración. Los cambios sociales, naturales y climáticos deben tenerse en cuenta para la zonificación, planificación y aplicación de medidas de restauración. La gestión adaptativa, gracias a su flexibilidad y tolerancia a los cambios, incrementa la resiliencia y sostenibilidad de la restauración ecológica. Esto es especialmente relevante en las salinas tradicionales, que además están sujetas a su entorno económico (variabilidad de tendencias de productos y servicios ofertados, costes de proveedores, oferta de sus competidores) y necesitan poder adaptarse a ese entorno empresarial con agilidad. No obstante, para encontrar un punto de equilibrio entre adaptación al cambio y cumplimiento de objetivos de restauración, es esencial el adecuado seguimiento de estos, como ya se ha indicado arriba.

Información y comunicación

Informar e incluso permitir la participación a los diferentes agentes sociales del territorio es clave para conseguir resultados positivos a largo plazo. Se deben considerar no solo sus intereses y preocupaciones, sino sus derechos (y deberes). Para ello es importante identificar las diferencias de poder y capacidad de actuación de cada colectivo, con especial énfasis en las comunidades locales, mujeres, colectivos en riesgo de exclusión o población migrante. En el caso de las salinas tradicionales, deben considerarse también las empresas interesadas en la explotación y proveedoras de servicios y material, así como las personas que trabajan en ella, la visitan o compran sus productos. Construir relaciones de

confianza con los agentes sociales requiere tiempo y esfuerzo, pues tal vez existan relaciones viciadas cuyo origen no esté necesariamente relacionado con el uso de los recursos naturales. La transparencia es esencial para comunicar los pasos que se van dando en el proceso, para lo cual es útil generar acciones de educación y concienciación ambiental dirigidas a diversos segmentos de la población (escolares, familias, mayores, empresas). La comunicación debe estar adaptada al nivel de comprensión e interés de cada colectivo, que se divide a menudo en tres grandes grupos: público en general, tomadores de decisiones y grupo científico-académico.

Compromiso

El cumplimiento de todo lo anterior garantiza el compromiso de la comunidad local y de los agentes sociales con el proyecto a largo plazo. La mejor restauración ecológica es la que perdura en el tiempo y no precisa mantenimiento o apenas corrección, sino la que es autónoma, flexible y resiliente. Si la comunidad siente su identidad local respetada, actuará como guardiana natural del espacio y de los valores que representa. Por último, el apoyo de las entidades propietarias y gestoras de la salina es fundamental para alcanzar ese compromiso.

2.5 MARCO NORMATIVO, INSTITUCIONAL Y ADMINISTRATIVO

La restauración ecológica es un tema de gran interés político e institucional, que se enmarca en diferentes instrumentos normativos a escala internacional, comunitaria y nacional. Cualquier proyecto de restauración ecológica necesita situarse en un marco normativo, que viene definido por las políticas y la legislación que le afectan. La normativa internacional suele estar protagonizada por grandes planes y programas, a los que se adhieren los estados de forma voluntaria. Algunos son vinculantes y otros no, pero, por lo general, son de índole estratégica y muy general. Sirven para dar un sentido mayor a actuaciones locales, es decir, para situarlas en un contexto espaciotemporal más amplio. A medida que la normativa reduce su escala territorial, los objetivos y obligaciones se hacen más concretos.

No conviene tampoco perder de vista la normativa sectorial de actividades a las que puede afectar el proyecto de restauración, que *a priori* no tienen por qué estar relacionadas con la conservación de la naturaleza. Piénsese en urbanismo, turismo, patrimonio, industria, minería, agricultura, ganadería, pesca, caza, etc. Es responsabilidad de los promotores de los proyectos de restauración ecológica conocer dicha normativa y todos los pasos que dar en términos de licencias, permisos, autorizaciones, etc.

A continuación, se destaca la normativa internacional, comunitaria y nacional más relevante en materia de restauración ecológica y de humedales que afecta a proyectos realizados en España. Por razones de espacio, no se entra aquí en la normativa autonómica ni local.

Normativa internacional

Década de la ONU de Restauración Ecológica (Naciones Unidas, 2021-2030)

La Década de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas es una llamada a la protección y la recuperación de los ecosistemas en todo el mundo, en beneficio de las personas y la naturaleza. Su objetivo es detener la degradación de los ecosistemas y restaurarlos para alcanzar los objetivos globales. Se extiende desde 2021 hasta 2030, fecha que coincide con el límite para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el plazo que los científicos han identificado como la última oportunidad para prevenir un cambio climático de consecuencias catastróficas. En este objetivo trabajan otras instituciones de relevancia global, como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, en sus siglas en inglés), el Banco Mundial o la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

La relación entre la Década de Restauración Ecológica con los Objetivos de Desarrollo Sostenible es más estrecha de lo que parece. Además de afectar a los objetivos directamente relacionados con la biodiversidad (ODS 14 y ODS 15), la restauración de salinas tradicionales tiene un impacto importante en otros ODS de índole social y económica. En conjunto, los siguientes ODS se verían beneficiados por la restauración ecológica de salinas tradicionales:

- ODS 2, Hambre cero: mediante el desarrollo y transferencia de experiencias de agricultura biosalina y acuicultura sostenibles.
- ODS 3 Salud y bienestar: con la creación de productos y servicios enfocados al bienestar y la salud.
- ODS 9 Industria, innovación e infraestructura: por las oportunidades de investigación y desarrollo de productos tecnológicos y conocimiento científico, compatibles con la conservación.
- ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles: mediante la creación de oportunidades de trabajo y empleo basado en la naturaleza en la comunidad local.
- ODS 12 Producción y consumo responsables: por la creación de productos y servicios diversos, rentables y compatibles con los valores de las salinas.
- ODS 13 Acción por el clima: con prácticas productivas que contribuyan a la captura de carbono.
- ODS 14 Vida submarina: con la conservación de la biodiversidad marina en las salinas litorales.
- ODS 15 Vida de ecosistemas terrestres: con la conservación de la biodiversidad en el humedal salino y su entorno.

Otros instrumentos relevantes a escala internacional son:

- Convenio relativo a humedales de importancia internacional, especialmente como hábitats de aves acuáticas (Ramsar, 1971)
- Convenio de Barcelona para la protección del mar Mediterráneo y protocolo sobre las zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica en el Mediterráneo y anexos (Barcelona, 1976)
- Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa (Berna, 1979)
- Convenio sobre la diversidad biológica (Río de Janeiro, 1992)
- El desafío de Bonn —para la restauración de 350 millones de hectáreas— (Bonn, 2011-2023)
- Marco global de biodiversidad de Kunming-Montreal (Montreal, 2022)

Normativa europea y española

Mientras que los acuerdos internacionales son un marco político de ámbito estratégico con objetivos muy generales, la normativa, tanto europea como nacional, es de obligado cumplimiento en su territorio de aplicación y más concreta en cuanto a objetivos y plazos. La tabla 3a muestra la normativa europea, indicándose los objetivos principales de la misma; la tabla 3b, por otro lado, hace lo propio con la normativa estatal española. Estas tablas no son exhaustivas y solo pretenden ilustrar a grandes rasgos el marco general de actuación en un proyecto de restauración ecológica.

Tabla 3a: Normativa europea

Instrumento	Principal objetivo
Reglamento sobre la restauración de la naturaleza	• Restaurar al menos el 20 % del territorio terrestre y marítimo de la UE antes
El pacto verde europeo	• Proteger la biodiversidad y los ecosistemas • Reducir la contaminación del aire, el agua y el suelo • Garantizar la sostenibilidad de la economía azul
Estrategia de biodiversidad para 2030	• Plan global, ambicioso y a largo plazo para proteger la naturaleza y revertir la degradación de los ecosistemas
Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres	• Proteger los hábitats naturales y las poblaciones de las especies de aves silvestres de la UE
Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas	• Proteger y mejorar los ecosistemas acuáticos • Promocionar los usos sostenibles del agua
Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres.	• Proteger los hábitats naturales y las poblaciones de las especies silvestres (exceptuando las aves) de la UE

Tabla 3b: Normativa española

Instrumento	Principal objetivo
Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas	Determinar el dominio público marítimo-terrestre y asegurar su integridad y adecuada conservación, adoptando, en su caso, las medidas de protección y restauración necesarias.
Real Decreto 435/2004, de 12 de marzo, por el que se regula el inventario nacional de zonas húmedas	Regular el inventario nacional de zonas húmedas
Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del patrimonio natural y de la biodiversidad	Conservar, usar de forma sostenible, mejorar y restaurar el patrimonio natural y la biodiversidad
Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural	Regular y establecer medidas para favorecer el desarrollo sostenible del medio rural
Ley 2/2011, de 4 de marzo, de economía sostenible	Conciliar una economía productiva y competitiva, que favorezca el empleo de calidad, la igualdad de oportunidades y la cohesión social, y que garantice el respeto ambiental y el uso racional de los recursos naturales
Estrategia española para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica (2011)	Conservar y usar de forma sostenible la diversidad biológica
Estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas (2021)	Crear una red ecológicamente coherente y estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales
Plan estratégico estatal del patrimonio natural y de la biodiversidad a 2030	Promover la conservación, el uso sostenible y la restauración del patrimonio, los recursos naturales terrestres y marinos, la biodiversidad y la geodiversidad
Plan estratégico de humedales a 2030	Evitar, detener y revertir la pérdida y degradación de humedales en España
Plan nacional de adaptación al cambio climático (PNACC) 2021-2030	Promover la acción coordinada frente a los efectos del cambio climático en España
Plan sectorial de turismo de naturaleza y biodiversidad 2014-2020	Impulsar y promocionar un turismo de naturaleza en España, asegurando la conservación de los valores naturales del territorio y contribuyendo a su utilización sostenible

Nótese que este no es un listado exhaustivo de la normativa de obligado cumplimiento para producir sal tradicional, sino un apunte de la normativa más relevante en relación con la restauración de salinas tradicionales. La complejidad de la normativa vigente es un problema recurrente en los proyectos de restauración ecológica y en la gestión de humedales, sobre todo, si son productivos y se encuentran en el litoral. Más aún si en la zona entran en juego otras actividades e intereses, como el turismo, la conservación del patrimonio histórico o el urbanismo (véase la caja sobre San Pedro del Pinatar).

Las dificultades administrativas para gestionar una salina tradicional de litoral en España: El caso de San Pedro del Pinatar

Las salinas de San Pedro del Pinatar están ubicadas en el límite septentrional del mar Menor, en Murcia. La empresa que las gestiona, Salinera Española, opera desde 1878 diversas salinas en el territorio español. Con los cambios de normativa que han ido teniendo lugar desde entonces, esta entidad privada se encuentra con dificultades burocráticas que ralentizan la toma de decisiones, efecto que puede afectar a su funcionamiento operativo. Su actividad principal es la cosecha de sal que, pese a obtenerse en un humedal al aire libre, es una actividad minera bajo la tutela de la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

Al igual que sucede con todas las salinas de litoral en España, una de las dificultades proviene de su ubicación en el dominio público marítimo-terrestre, por lo que está afectada por la ley de costas, de cuyo cumplimiento se ocupa la Dirección General de Costas y el Mar del Estado español. Igualmente, como sucede con muchas salinas de evaporación solar de cierto tamaño, está ubicada en un espacio natural protegido, en este caso, el Parque Regional de Arenales y Salinas de San Pedro del Pinatar, gestionado por la Dirección General de Patrimonio Natural y Acción Climática de la Región de Murcia. Finalmente, la salina tiene dentro de sus límites un Bien de Interés Cultural: los molinos de viento de Quintín y La Calcetera, antiguos mecanismos de entrada de agua de mar a la salina. Estos dependen a su vez de la Dirección General de Bienes Culturales de la Región de Murcia. Junto a uno de los molinos, al borde de la salina, hay una zona que se utiliza para baños de lodo, que promociona el Ayuntamiento de San Pedro del Pinatar, con un uso turístico intensivo.

Todo ello hace que la gestión operativa de las salinas y, sobre todo, cualquier actuación de mantenimiento y mejora, requiera de permisos de diversas administraciones. La lentitud habitual en la tramitación de estos permisos es en ocasiones incompatible con la oportunidad temporal para intervenir, por la disponibilidad de personal, el calendario de trabajo y, sobre todo, la interferencia con la fauna del entorno. Manejar una salina en ese laberinto administrativo se convierte en relojería de precisión.

Los estudios de sostenibilidad y gobernanza en salinas mediterráneas realizados en el marco del proyecto MedArtSal por UICN (Hueso-Kortekaas 2023, UCA & UICN 2023) destacan la necesidad de conocer bien dicha normativa e identificar a los agentes sociales implicados en su cumplimiento. Se enumeran también numerosos desafíos específicos de la región mediterránea (Berkowitz 2020), relacionados con la cultura de gestión que existe en esta zona, que afectan a la gestión de proyectos de restauración ecológica. De los desafíos reseñados, algunos son controlables por la dirección de proyecto, y otros no tanto. En la tabla 4 se indican los más importantes y se aportan recomendaciones para minimizar su impacto.

Tabla 4: Desafíos de gobernanza y recomendaciones para su gestión

Desafíos de gobernanza		Recomendaciones	
Fuera del control de la dirección de proyecto			
1.	Inconsistencias regulatorias en la región, es decir, instrumentos de gobernanza de múltiples capas y niveles que a veces chocan entre sí o anulan los esfuerzos de otros.	1.	Conocer en detalle la normativa de aplicación y su jerarquía.
2.	Falta o insuficiencia de regulaciones específicas para la sal artesanal u orgánica, esquemas de certificación, etiquetas e instrumentos similares.	2.	Entablar buenas relaciones con las administraciones implicadas.
3.	Variabilidad en culturas, tradiciones y costumbres relacionadas con la participación, la comunicación y la toma de decisiones.	3.	Promover la creación de normas, marcas o certificados que beneficien la sal tradicional para ganar competitividad.
4.	Falta de recursos financieros y humanos, pero también de capital social y voluntad de probar nuevos modelos de gobernanza.	4.	Fomentar el asociacionismo entre productores de sal tradicional, para ganar visibilidad y posibilidades de participación.
5.	Presión del modelo de economía de escala, es decir, precios de mercado bajos para la sal industrial y competencia desleal posterior.	5.	Buscar modelos de participación y financiación novedosos.
6.	Falta de compromiso de todas las partes interesadas (administraciones públicas, empresas, científicos, sociedad civil) y resistencia al cambio de algunos actores.	6.	Distinguirse de las sales industriales a granel mediante marcas y certificados y la oferta de productos y servicios integrados.

Tabla 4: Desafíos de gobernanza y recomendaciones para su gestión (cont)

7.	Falta de capacidades generales necesarias para la gobernanza, especialmente entre las PYME y los empresarios.	7.	Crear espacios de encuentro y diálogo entre agentes sociales.
<i>Bajo el control de la dirección de proyecto</i>			
1.	Falta de acción colectiva local (especialmente en materia de trabajo en red, voluntariado y creación de sinergias y alianzas).	1.	Fomento del asociacionismo entre salinas tradicionales y creación de acuerdos con empresas de la zona.
2.	Falta de confianza y arraigada tradición para aprovechar situaciones, recursos e incluso a los demás como medio de supervivencia.	2.	Fortalecimiento de relaciones mediante eventos intersectoriales (presentaciones, visitas) en la zona de influencia socioeconómica.
3.	Inmadurez de los modelos de negocio en sectores emergentes o entre actividades económicas familiares o informales tradicionales.	3.	Intercambios de experiencia y formación en emprendimiento y gestión de proyectos.
4.	Falta de habilidades empresariales en regiones rezagadas, especialmente en el sector primario.	4.	Formación en emprendimiento y gestión, con especial énfasis en innovación.
5.	Falta de vínculos, plataformas o redes comerciales y de comercialización para la sal tradicional y consiguiente baja visibilidad en el mercado.	5.	Búsqueda de mecanismos alternativos de venta, acortamiento de la cadena de distribución (mercados locales, venta directa, venta <i>online</i>).
6.	Diferenciación poco clara entre sal/salinas industriales a gran escala y tradicionales.	6.	Comunicar claramente el valor añadido de la sal tradicional.
7.	Dificultades para encontrar personal motivado para la plantilla y la gerencia o con capacidad para la producción tradicional de sal.	7.	Ofertar formación, prácticas y voluntariado para la captación de personal. Ofertar condiciones salariales y laborales adecuadas para todos los puestos.

Fuente: Adaptado de Berkowitz (2020) y Hueso-Kortekaas (2023).

2.6 FINANCIACIÓN DE PROYECTOS DE RESTAURACIÓN

La restauración de paisajes culturales como una salina abandonada, que requiere la reconstrucción de infraestructuras diversas, es costosa. No tanto por la complejidad del territorio o las infraestructuras, sino por la variedad de obras y acciones que acometer. El coste se puede medir en recursos económicos, técnicos y humanos. Las salinas, sobre todo en el litoral, tienen una superficie grande, que debe ser considerada en su totalidad si se quiere recuperar la salina como un ecosistema funcional. Igualmente, aunque de menor tamaño, sucede con las salinas de interior. Además, la reconstrucción de infraestructuras requiere técnicos especialistas no solo en construcción, sino en las particularidades de este tipo de ambientes. Especialmente relevante es la presencia de sal en esta cuestión, que puede dañar algunos materiales como el metal o la cal, por lo que es necesario contar con un equipo de profesionales que conozcan bien las características del terreno, de la actividad salinera y de los valores naturales que esconde un espacio de este tipo. Aunque son cada vez más difíciles de encontrar, la colaboración de un maestro salinero que conozca el oficio es también importante, para poder recuperar la funcionalidad del sistema salino. Idealmente, este profesional debe conocer el espacio en concreto que se pretende recuperar. Debido al progresivo abandono de la actividad salinera, la mayoría de estas personas están ya jubiladas, emigradas o han fallecido.

Los proyectos de restauración ecológica suelen financiarse con fuentes de diversa índole. Por una parte, están los fondos públicos, ya sean europeos, estatales o regionales. Por otra parte, existen entidades privadas que apoyan proyectos de restauración ecológica, como fundaciones, centros de investigación o incluso empresas privadas. Lo habitual es que se recuperen mediante una combinación de fondos, con el mecanismo de cofinanciación.

Fondos europeos

Aunque no existe una línea de financiación específica para la restauración ecológica en la UE por el momento⁴, hay algunos fondos que pueden resultar de interés; los más relevantes están indicados en la tabla 5 (Rivero 2021, Aubert *et al.* 2022). Los mecanismos de financiación relacionados con el medio natural y rural más veteranos son los que están vinculados a la Política Agraria Común (PAC), dentro de la cual se encuentran los fondos FEAGA y FEADER. En el contexto

4 Un conjunto de organizaciones, entre las que se encuentra WWF, está abogando por la reserva de un fondo específico de la UE para la restauración ecológica, con el argumento de que cada euro invertido en ella genera beneficios por valor de entre 8 y 38 €.

de la restauración ecológica, el **Fondo Europeo Agrícola de Garantía (FEAGA)** financiaría pagos directos a agricultores y medidas para que apliquen prácticas agrícolas destinadas a la salvaguarda y mejora de la biodiversidad en los agroecosistemas. Para que se puedan aplicar estas ayudas a las salinas tradicionales, es necesario argumentar muy bien el carácter agrícola de la salicultura artesanal (ver más arriba) o enfocarlo a actividades relacionadas con la sal, de carácter más agrícola (p. ej., la agricultura biosalina). No se conocen casos aún en los que se haya aplicado.

El **Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER)** tiene por objeto resolver los problemas de las zonas rurales de la UE. Uno de sus objetivos es garantizar la gestión sostenible de los recursos naturales, por lo que supone un apoyo directo a las acciones de mejora de la biodiversidad y la restauración ecológica, siempre en el contexto de los agroecosistemas. Las salinas tradicionales que se encuentren en el medio rural pueden verse beneficiadas por estas ayudas. Ejemplos de ellas son las salinas de Iptuci (Prado del Rey, Cádiz), Montejícar (Montejícar, Granada), Ntra. Sra. de los Remedios (Aguilar de la Frontera, Córdoba) y San Francisco (Montilla, Córdoba), todas ellas en el interior. Las actuaciones consistieron en la rehabilitación de las infraestructuras y la revalorización de su patrimonio natural y etnográfico para fines turísticos.

Otra línea veterana en la financiación europea son los fondos de cohesión y de desarrollo. El **Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)** fomenta el crecimiento equilibrado entre las regiones de la UE. Dentro de sus líneas de actuación está, en concreto, la restauración de espacios de la Red Natura 2000. Una de sus acciones prioritarias es el medio ambiente y su instrumento principal de financiación son los **programas INTERREG**, que se plantean como plataformas de intercambio entre regiones, ya sean fronterizas entre sí o no; o incluso entre regiones de dentro y fuera de la UE. Este programa es especialmente interesante para el intercambio de experiencias entre diferentes espacios salineros. Uno de sus objetivos temáticos, “Promover la protección, valoración y uso sostenible de los recursos locales”, se presenta como el más adecuado para proyectos coordinados de restauración ecológica (EU 2020). Los proyectos INTERREG más destacados en materia salinera fueron Proyecto INTERREG III-B SAL: Sal del Atlántico e INTERREG IVB ECOSAL Atlantis (ver caja).

El programa INTERREG: dos casos de (relativo) éxito

El Programa Espacio Atlántico de la iniciativa comunitaria INTERREG tiene como objetivo lograr avances significativos y tangibles en la cooperación transnacional orientada al desarrollo territorial cohesionado, sostenible y equilibrado del espacio atlántico y su patrimonio marítimo. El área atlántica cubre todo el territorio de Irlanda y las regiones atlánticas de España, Francia, Portugal y el Reino Unido. Este programa ha cofinanciado dos grandes proyectos de patrimonio salinero: SEL y ECOSAL Atlantis.

El **proyecto INTERREG III-B SAL “Sal del Atlántico” (2004-2007)** intentó promover una forma especializada de turismo salinero mediante la creación de la “Ruta Tradicional de la Sal del Atlántico”, que estaba constituida por las 11 salinas de evaporación solar que participaron en el proyecto. También apoyó mejoras en los museos de la sal de Figueira da Foz, en Portugal, y Ré y Daviaud, en Francia, y contribuyó a la creación de museos de la sal en Aveiro, Portugal, y Salinas de Añana y Fuerteventura, España. Lamentablemente, la ruta no se desarrolló más allá del alcance del proyecto SAL y tuvo que esperar hasta el final de ECOSAL Atlantis para ganar algo de impulso. Uno de sus principales éxitos fue que en Portugal y en Francia —y, de forma indirecta, en España— se promulgaron leyes que reconocían el valor de la sal artesanal (Real Decreto 1634/2011 en España; Decreto-Lei n.º 350/2007 en Portugal y Décret n.º 2007-588 en Francia).

El **proyecto INTERREG IV-B ECOSAL Atlantis (2010-2013)** tenía como objetivo el desarrollo de un turismo conjunto, integrado y sostenible basado en el patrimonio cultural y natural de las salinas del Atlántico. El proyecto se centró en tres cuestiones clave para desarrollar el turismo en estos espacios: el patrimonio, el desarrollo territorial y la biodiversidad y el ecoturismo. Uno de los resultados tangibles del proyecto fue la reactivación de la “Ruta Tradicional de la Sal del Atlántico”, aunque con escasa repercusión. Se realizaron diversas acciones de caracterización y restauración ecológica en Salinas de Añana (Álava), Aveiro y Figueira da Foz (Portugal) e Île de Ré (Francia), con especial atención a las comunidades de invertebrados y a la gestión de especies invasoras.

Tabla 5: Posibles mecanismos de financiación para la restauración ecológica impulsados por la Unión Europea

Fuente	Acciones que podría financiar	¿Qué gastos cubre?	Tipos de ecosistemas asociados a salinas	Tipo de financiación	Beneficiarios
FEAGA	Restauración de agroecosistemas	Acciones de mantenimiento y restauración anual sencilla	Agroecosistemas en general	Ayudas (financiación completa)	Agricultores y ganaderos
FEADER	Restauración de agroecosistemas Fortalecimiento de capacidades y conocimientos Intercambio de conocimientos Cooperación	Costes de capital como el mantenimiento	Agroecosistemas, incluyendo marismas y humedales costeros, si están asociados a actividad agrícola	Cofinanciación	Agricultores, ganaderos y otros propietarios de tierras
FEDER / INTERREG	Medidas de restauración Desarrollo de capacidades y conocimientos Cooperación (incluida la transfronteriza y transnacional)	Costes de capital	Todo tipo de ecosistemas	Ayudas e instrumentos financieros	Instituciones públicas, sector privado, universidades, ONG, etc.
FSE	Estudios, asesoramiento, formación, programas de fomento del empleo verde	Formación	Todo tipo de ecosistemas	Financiación, ayudas	Particulares (a través de entidades locales y autonómicas) y empresas
FEMPA	Proyectos de restauración (marina y fluvial) Fortalecimiento de capacidades y conocimientos Monitoreo	Costes de capital y mantenimiento	Ecosistemas marinos y costeros, ecosistemas fluviales	Cofinanciación, ayudas, concursos	Instituciones públicas, sector privado, ONG, etc.
LIFE	Proyectos de restauración Desarrollo de capacidades y conocimientos	Costes de capital y mantenimiento (limitado en el tiempo)	Todo tipo de ecosistemas	Ayudas, premios	Instituciones públicas y privadas
Horizonte Europa	Investigación, desarrollo de capacidades, desarrollo de conocimientos	Medidas de apoyo, costes de capital	Todo tipo de ecosistemas	Becas y financiación de adquisiciones	Consorcios (universidades, centros de investigación, empresas)

Fuente: Adaptado de Aubert et al. (2022).

Por otro lado, el **Fondo Social Europeo (FSE)** puede apoyar la restauración ecológica desde la generación de oportunidades de empleo verde y todo lo que ello conlleva: formación, empleabilidad, emprendimiento y competitividad. Crear oportunidades de desarrollo verde puede afianzar las acciones de restauración ecológica, garantizando su perdurabilidad en el tiempo. El más novedoso es el Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura (FEMPA), cuyo objetivo principal es la mejora de la calidad de vida de los litorales, mediante la inversión en economía verde y azul. Este fondo es especialmente interesante para la recuperación de la actividad salinera y otras actividades asociadas, en las salinas de litoral o de estuario.

Quizá el programa más adecuado para la financiación de proyectos de restauración ecológica sea el **LIFE**, pues es el instrumento financiero de referencia para proyectos de conservación del medio ambiente y la naturaleza en toda la Unión y en algunos países candidatos y adyacentes. Se estructura en dos áreas y, a su vez, cada una de ellas se subdivide en dos subprogramas. El subprograma “Naturaleza y Biodiversidad” sería el más indicado en este caso.

Existen también programas de financiación para investigación e innovación, como el **Programa Horizonte Europeo**, que pueden estar acompañados de acciones de restauración. Si esas acciones se aprovechan para la innovación tecnológica (p. ej., mediante el cultivo de microorganismos halófilos, la acuicultura sostenible o la remediación de suelos), serían también opciones para considerar. Para ello, las áreas 2 (seguridad alimentaria, agricultura y silvicultura sostenibles, investigación marina, marítima y de aguas interiores y bioeconomía) y 5 (acción por el clima, medio ambiente, eficiencia de los recursos y materias primas) son las más adecuadas para la innovación en restauración.

Otros mecanismos de financiación y cooperación europeos de interés son los siguientes:

- El **Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo** financia estrategias de adaptación climática que aumenten la resiliencia mediante prácticas mejoradas e inversiones en medidas y tecnologías que reduzcan el riesgo a largo plazo.

- El **programa Erasmus+** apoya la educación, la formación, la juventud y el deporte en Europa. Permite el intercambio de profesionales y la formación mutua, en este caso, en materia de restauración, conservación o producción sostenible de sal.

Fondos públicos locales / nacionales

A escala nacional, existe un mecanismo específico para la restauración ecológica, denominado **Fondo de Restauración Ecológica y Resiliencia (FRER)** y que nace de la Ley 42/2007, que estableció la creación del Fondo para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Aún sin estrenar, se planea que el FRER aplique medidas de apoyo en materia, entre otras, de agua, costas, protección y conservación del mar y del dominio público marítimo-terrestre; cambio climático, su mitigación y adaptación; y el fortalecimiento de la resiliencia climática y protección del patrimonio natural y de la biodiversidad (Rivero 2021).

El **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia** —también conocido como los fondos **Next Generation EU**— es un paquete de fondos europeos diseñado para mitigar los daños económicos causados por la pandemia de COVID-19, cuyo fin se prevé en 2026. Se gestiona directamente desde el estado español. Los recursos que ha permitido movilizar se aplican no solo para la recuperación económica tras la pandemia, sino para que esta sea “verde, digital, inclusiva y social”. Uno de sus ejes transversales es, precisamente, la transición ecológica (Rivero 2021), por lo que la restauración de salinas tradicionales tiene perfecta cabida en ese marco. Es mediante el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia como se prevé la activación del **Fondo de Restauración Ecológica y Resiliencia**. Dos de sus componentes estratégicos, la “conservación y restauración de ecosistemas y su biodiversidad” y el “impulso a las infraestructuras y ecosistemas resilientes”, tienen relación directa con la restauración ecológica de salinas tradicionales.

Además, España ha puesto en marcha los **Planes de Impulso al Medio Ambiente (PIMA)**, enfocados a la implementación de medidas de lucha contra el cambio climático, mediante soluciones basadas en la naturaleza. Tres de las diversas líneas que se proponen pueden aprovecharse para la intervención ecológica de salinas tradicionales, a saber: “medidas de restauración ecológica que incrementen la resiliencia de los sistemas socioecológicos ante el cambio del clima”, “medidas orientadas a la restauración del ciclo hidrológico y la recuperación de la conectividad fluvial, incluyendo la eliminación de barreras artificiales y la restauración de zonas inundables y zonas húmedas” y “restauración de ecosistemas costeros críticos para la protección de la línea de costa”. Todas ellas afectan de forma directa a la mejora de los servicios ecosistémicos que estos paisajes proveen.

Fondos privados

La financiación privada de proyectos de restauración ecológica está muy ligada a dos factores. Uno, la posibilidad de ejercer la **Responsabilidad Social Corporativa (RSC)** y conseguir de esa manera una imagen amable con la naturaleza y la comunidad local, distinguirse con respecto a competidores y otras empresas de la zona y, en algunos casos, mostrar una necesaria coherencia con los valores de la empresa en relación con el cuidado del medio ambiente. Uno de los mecanismos más eficaces para los acuerdos con empresas para la restauración ecológica es la **custodia del territorio**, mediante la colaboración con entidades de custodia. La custodia del territorio es “un conjunto de estrategias e instrumentos que pretenden implicar a los propietarios y usuarios del territorio en la conservación y el buen uso de los valores y los recursos naturales, culturales y paisajísticos. Para conseguirlo, promueve acuerdos y mecanismos de colaboración continua entre propietarios, entidades de custodia y otros agentes públicos y privados” (Basora & Sabaté 2006). Las entidades de custodia son, por lo general, organizaciones sin ánimo de lucro que se ocupan de llevar a cabo las acciones de restauración y todo lo asociado con ella (voluntariado, educación ambiental, comunicación).

Entre las entidades sin ánimo de lucro que pueden contribuir a la financiación de proyectos de restauración ecológica están las **fundaciones**. Muchas de estas entidades cuentan con fondos propios —por ejemplo, a través de mecanismos de responsabilidad social corporativa de grandes empresas o entidades bancarias— o por aportaciones de particulares o entidades privadas que desean apoyar a sus objetos sociales. Otras son entidades sin ánimo de lucro con una trayectoria y una solidez suficientes que les permiten acceder a fondos públicos con más facilidad. Estas últimas tienen la ventaja de que, por su objeto social, pueden quedar cerca de los intereses de las entidades que gestionan proyectos de restauración. Se trata, por tanto, de socios estratégicos que son capaces de promover la financiación a entidades

más pequeñas o especializadas, que no tienen tanta capacidad para movilizarlos, pero con las que comparten mirada e intereses. Un ejemplo es la Fundación MAVA, que apoyó el proyecto “Actividades generales para la conservación de humedales en la región mediterránea” (2018–2019) dirigido por BirdLife International. El proyecto abordó las amenazas que afectan a tres sitios piloto: Ghar el Melah (Túnez), Oristano (Italia) y Ulcinj Salina (Montenegro), y coordinó esfuerzos con iniciativas de restauración y promoción de salinas existentes en otros humedales/salinas prioritarios del Mediterráneo, como el delta de Gediz (Turquía), Cabo de Gata (España) y otros.

Por otro lado, y más fácil aún, es conseguir esa financiación si se prevé algún tipo de explotación, más o menos rentable, de los recursos. A veces los inversores privados perciben la financiación de proyectos de restauración ecológica como de alto riesgo y nula rentabilidad, por lo que en su lugar prefieren los proyectos con cierta implantación de actividad económica (Löfqvist *et al.* 2023). En el caso de las salinas, es posible obtener beneficios de la sal, las aguas madre, los lodos, las plantas halófilas y todos los derivados de estos productos. Por supuesto, también de las actividades de turismo, bienestar, gastronomía, espectáculos, experiencias lúdicas, etc., que se desarrollen de forma responsable con el entorno. La tabla 6 muestra los productos y servicios típicos asociados a una salina tradicional, tanto los que se obtienen de forma directa como los que se generan mediante modelos de negocio y mecanismos de planificación y colaboración más elaborados.

Tabla 6: Productos y servicios remunerados que puede ofrecer una salina tradicional y sus condiciones

Condiciones	Productos	Servicios
Más fácil de obtener Menor valor añadido	Primarios	Directos
	Sales Salmuera Aguas madre Lodos Plantas halófilas Otros minerales	Turismo en general Itinerarios señalizados Hostelería Observación de aves Baños
Más difícil de obtener Más valor añadido	Secundarios	Asociados
	Sales <i>gourmet</i> , con hierbas, aromas, etc. Sales de baño Cosméticos Recuerdos, mercadotecnia Agricultura biosalina Acuicultura I+D	Turismo especializado (turismo minero, industrial, geológico, ornitológico, botánico, estelar...) Educación ambiental Visitas teatralizadas Balneario Eventos culturales y deportivos Alquiler para eventos ajenos

Dado que los espacios salineros son capaces de capturar carbono, otra posibilidad es usar los **mecanismos de compensación de emisiones de CO₂**. Las compensaciones de emisiones de los humedales pueden contribuir de forma directa al mantenimiento o la restauración de salinas, por el carbono —conocido también como carbono azul— que estas almacenan. En el proyecto LIFE Blue Natura se elaboró un manual que detalla el procedimiento para aplicar este mecanismo (Otero 2021).

Finalmente, una estrategia interesante de compensación por daños ambientales causados por la actividad humana son los **bancos de conservación de la naturaleza** o **bancos de hábitat**, siguiendo un pilar fundamental de la política ambiental europea: el principio “quien contamina paga”. Con los créditos acumulados se financian actuaciones de conservación o mejora del capital natural.

A menor escala, se pueden considerar **sistemas de financiación colectiva**, como el *crowdfunding*. Consiste en la recaudación de dinero de personas particulares a través de pequeñas aportaciones individuales, hasta llegar a cientos o miles de pequeñas donaciones. A cambio de cada aportación, los donantes reciben alguna recompensa simbólica. Dada la complejidad y el coste de los proyectos de restauración ecológica de cierta envergadura, no parece un sistema muy eficaz. Sin embargo, puede ser un mecanismo complementario de cofinanciación útil, cuando otras entidades también participan, y tiene gran potencial como herramienta de comunicación.

En general, el sistema de financiación más eficaz y resiliente es el mecanismo público–privado, pues se consigue con ello lo mejor de cada uno. Por una parte, las instituciones públicas aportan una cierta cantidad de fondos a proyectos

de escasa rentabilidad económica inmediata, pero de relevancia social y ambiental, como suele ser el caso de la restauración ecológica. Esto implica también el compromiso político de las instituciones con este tipo de proyectos, que necesitan apoyo a medio y largo plazo para garantizar su eficacia y, en consecuencia, la intervención pública favorece el cumplimiento de estos objetivos de sostenibilidad, que podrían verse diluidos cuando la iniciativa es únicamente privada. Por otro lado, la participación de la iniciativa privada permite la implicación de la comunidad local de una forma más horizontal, lo que reforzaría la gobernanza, favorecería el emprendimiento y alimentaría la identidad local. Todo ello contribuye a crear tejido social en zonas en las que habitualmente escasean los recursos, sobre todo demográficos. Además, la participación de las instituciones contribuye a reducir los riesgos financieros para todas las partes implicadas (Zu Ermgassen & Löfqvist 2024). Véase la caja sobre las Salinas de San Juan, ejemplo de financiación obtenida de múltiples fuentes.

Las Salinas de San Juan, un caso de éxito en la financiación de la restauración del patrimonio natural y cultural de una salina abandonada

Las Salinas de San Juan, en Guadalajara, son un conjunto de pequeño tamaño que se ubica en el Parque Natural del Alto Tajo, incluidas en él por la presencia de especies halófilas de gran interés para la conservación. Fueron explotadas desde al menos el siglo XIII y abandonadas a finales del siglo XX. En el año 2003, mediante una ayuda del entonces Ministerio de Medio Ambiente, fueron adquiridas por la Fundación Naturaleza y Desarrollo (FUNADER), institución creada por el Ayuntamiento de Saelices de la Sal para gestionar su recuperación. El Ministerio financió también parte de la recuperación de la salina, proyecto que se estimó necesario para garantizar la conservación de las especies de halófitas acuáticas que dependían de la circulación de salmuera para su supervivencia. Más adelante, en 2007, las salinas fueron declaradas Bien de Interés Cultural, gracias a lo cual en el año 2008 se pudo obtener financiación del Ministerio de Cultura para la restauración de otros elementos de la salina, mediante el mecanismo del 1 % cultural. Desde el año 2011, FUNADER firma acuerdos anuales con la Diputación Provincial de Guadalajara, en virtud de los cuales esta se compromete a adquirir la sal para deshielo de carreteras y así asegurar los puestos de trabajo necesarios para producirla. Mientras tanto, las salinas obtienen también sal y flor de sal para consumo humano, que comercializan en la comarca. El proyecto de restauración de San Juan, si bien lento y gradual, ha merecido la atención de los medios de comunicación y ha atraído a emprendedores de los sectores del turismo y la alimentación hasta la zona. Poco a poco van alcanzando la autosuficiencia.

3. RECOMENDACIONES SOBRE RESTAURACIÓN DE SALINAS TRADICIONALES

Este capítulo recoge el conocimiento encontrado sobre restauración ecológica en salinas de evaporación solar. Se espera que la literatura científica sea menos práctica a efectos de este informe, bien por tratarse de situaciones muy concretas, bien por tener un enfoque muy teórico. Por esa razón, se reseñan por separado aquellos manuales y guías específicos para la restauración ecológica de salinas, que pueden ser los más útiles en este contexto, por su carácter relativamente amplio, específico de estos ambientes y enfoque funcional. Finalmente, se describen algunas experiencias destacadas, a partir de las buenas prácticas identificadas en la búsqueda, que puedan resultar de utilidad para el proyecto.

3.1 MANUALES Y GUÍAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SALINAS

La consulta de proyectos e instituciones ha permitido recopilar una serie de obras de índole práctica sobre diferentes aspectos relacionados con la conservación, gestión y restauración de los paisajes de la sal. En este epígrafe se reseñan las guías de flora y fauna halófilas, así como los manuales de gestión de paisajes de la sal y hábitats afines. Para una primera aproximación a la biodiversidad de las salinas, existen algunas guías de fauna en general, que muestran los animales más comunes que se pueden encontrar en alguna salina en concreto (Vargas *et al.* 1983, Arias & Drake 1999, Palacios & Rodríguez 1999, Arias 2014). Otros trabajos estudian el ecosistema salino en su totalidad, es decir, el hábitat y la biota que lo ocupa, interesándose en algunos casos también por aspectos culturales relacionados con la actividad salinera (Suárez Cardona *et al.* 1982, Calvo & Iborra 1986; VV. AA. 1993, Luna & San Román 2013).

Flora y hábitats halófilos

Existen infinidad de trabajos académicos que describen la flora halófila en espacios concretos, que sería demasiado prolijo enumerar aquí. Sin embargo, resulta apropiado indicar algunas referencias útiles para la identificación de plantas halófilas y halonitrófilas, típicas de marismas salinas y saladares, pues no existe ninguna guía oficial, sino, como mucho, guías regionales que, por la naturaleza de los espacios que cubren, incluyen estos ambientes. Aunque varias de estas referencias se ocupan de paisajes de interior, todas dedican algunas páginas a flora halófila: por ejemplo, Pujol (2003), Puente (2004), Ferrero (*et al.* 2006) o Picornell (2022). Destaca el monumental trabajo sobre las yeseras ibéricas, muchas de cuyas especies son halófilas (Mota Poveda *et al.* 2011). También hay estudios que tratan sobre alguna característica en concreto, como la flora acuática (Cirujano & Medina 2002, Cirujano *et al.* 2014) o la flora de una determinada zona (Ballester 2003, Martín *et al.* 2003, Conesa *et al.* 2011, Cirujano 2016).

Por supuesto, la obra magna de referencia en España, *Flora ibérica*, incluye la vegetación halófila. El catálogo está dividido en varios volúmenes, clasificados por familias, por lo que lo más práctico es buscar las especies de interés en su catálogo *online*⁵. Además, desde el punto de vista ecológico, hay compilaciones de artículos especializados que pueden ser de utilidad para la comprensión de los ecosistemas salinos (Alonso Vargas *et al.* 2014, Grigore 2020). Ahora bien, aunque son muchas las obras que tratan el uso de las plantas halófilas en agricultura y remediación de suelos, no se van a reseñar aquí por tratarse de aplicaciones no directamente relacionadas con la conservación de salinas.

Vale también la pena consultar los trabajos de identificación de los hábitats de interés comunitario (HIC) identificados por la Unión Europea a partir de la Directiva Hábitats (Ministerio de Medio Ambiente 2005). En el año 2009, el entonces Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino elaboró la enciclopédica obra *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*, que describe los 116 hábitats comunitarios (de los 231 identificados en toda la Unión Europea) que hay en nuestro país. La obra está concebida como apoyo para la gestión de estos ambientes y contiene para cada hábitat herramientas de identificación, valoración, conservación y seguimiento.

5 http://www.floraiberica.es/PHP/generos_lista.php [accedido en julio de 2024].

Cada hábitat recibe un código numérico único, que permite su identificación en todo el continente. Aquellos hábitats marcados con asterisco son los considerados “de interés prioritario” y tienen especial valor para la conservación. En la tabla 7, se indican los hábitats que se encuentran de forma habitual en las salinas de evaporación solar en España, tanto de litoral como de interior.

Tabla 7: Hábitats presentes en los paisajes de la sal¹

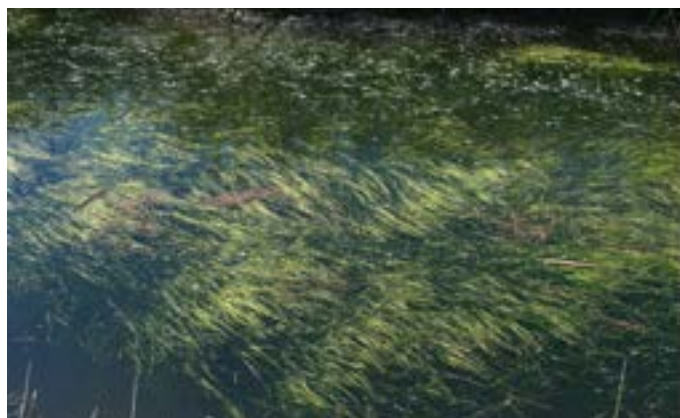
Código	Descripción
11	Aguas marinas y medios de marea
1150*	Lagunas costeras (Soria & Sahuquillo 2009) <i>Albuferas, lagunas y estanques costeros o sublitorales, de salinidad y volumen de agua variables, con o sin vegetación acuática.</i>
13	Marismas y pastizales salinos atlánticos y continentales
1310	Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y otras especies de zonas fangosas o arenosas (Espinar 2009a) <i>Comunidades vegetales pioneras propias de suelos salobres, en general temporalmente inundados, dominadas por plantas herbáceas anuales de diferente naturaleza.</i>
1340*	Pastizales salinos de interior (REDIAM 2013) <i>Cuencas salinas naturales no costeras formadas por diferentes tipos de hábitat constituidos por zonas de infiltración de aguas salinas, aguas salinas corrientes o estancadas, con vegetación halófila típica y de carrizales en el borde de aguas salobres.</i>
14	Marismas y pastizales salinos mediterráneos y termoatlánticos
1410	Pastizales salinos mediterráneos (<i>Juncetalia maritimi</i>) (Espinar 2009b) <i>Praderas y juncals de suelos húmedos más o menos salinos del interior peninsular y del litoral mediterráneo.</i>
1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>) (Espinar 2009c) <i>Formaciones de arbustos y plantas perennes crasas propias de suelos húmedos salinos costeros o interiores.</i>
1430	Matorrales halonitrófilos (<i>Pegano-Salsotea</i>) (Mora et al. 2009) <i>Formaciones vivaces dominadas por arbustos que muestran apetencia por lugares alterados, sustratos removidos, lugares frecuentados por el ganado, etc., en suelos más o menos salinos.</i>
15	Estepas continentales halófilas y gipsófilas
1510*	Estepas salinas mediterráneas (<i>Limonietalia</i>) (De la Cruz 2009) <i>Formaciones esteparias de aspecto graminoide o constituidas por plantas arrosetadas, de suelos salinos y algo húmedos fuera del estío, propias del interior peninsular y de las partes más secas de los medios salinos costeros.</i>
1520*	Vegetación gipsícola ibérica (<i>Gypsophiletalia</i>) (Escudero 2009) <i>Vegetación de los suelos yesíferos de la península ibérica, extremadamente rica en elementos endémicos peninsulares o del Mediterráneo occidental.</i>

¹ Los hábitats están incluidos en el Anexo 1 de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (el asterisco indica los hábitats prioritarios). Fuentes: Comisión Europea (2003) e Hidalgo (2005).

Figura 8: Plantas emblemáticas de ambientes salinos



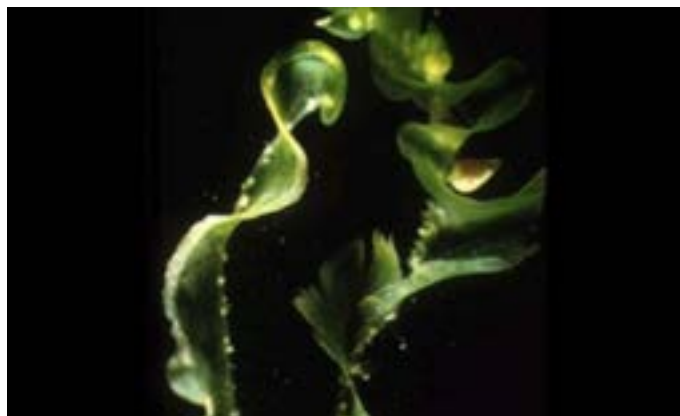
Salicornia sp



Ruppia maritima



Limonium sp.



Riella helicophylla

(Fuentes: Wikimedia Commons / Santos Cirujano)

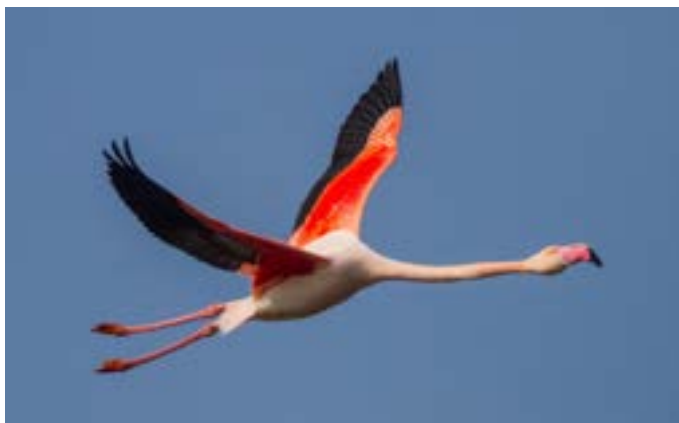
En el entorno de las salinas de las regiones atlántica, mediterránea y el mar Negro, se encuentran una serie de especies clave, que se podrían considerar representativas de estos sistemas e indicadores de su calidad como paisaje de la sal (Costa *et al.* 2016, Cirujano & Medina 2002): *Salicornia sp.*, *Limonium sp.*, *Ruppia marítima*, *Riella helicophylla* (figura 8). Como cabe esperar, existen otras muchas especies, tanto halófilas (*Sarcocornia sp.*, *Microcnemum coralloides*, *Suaeda marítima*...) como acuáticas (Cirujano & Medina 2002), de gran interés para su conservación.

Cabe destacar que la flora en el entorno de las salinas se presenta en forma de orlas concéntricas de vegetación, donde las condiciones más húmedas y salinas se dan en el corazón de la salina y las más secas y salobres, a medida que uno se aleja de la zona de producción de sal. Estas catenas son comunes también en las marismas naturales, pero en las salinas de evaporación solar los gradientes son más pronunciados y las transiciones, más bruscas; por lo que las comunidades fitosociológicas de las salinas son más vulnerables a cambios en el medio. A medida que nos alejamos, por tanto, de la zona productiva, hay también especies asociadas a humedales no necesariamente salinos, que tendrían interés en un contexto de conservación integrada, como el carrizo o los juncos. Aunque sería demasiado prolijo detenerse a reseñarlas todas aquí, es necesario hacer un estudio pormenorizado de la flora para determinar la calidad del ecosistema.

Fauna halófila

El grupo taxonómico de fauna más atractivo de las salinas son sin duda las aves, de las cuales existe muy abundante bibliografía. Enfocaremos aquí la atención sobre las guías de aves (o centradas en las aves) de espacios salineros o de humedales, tanto costeros como de interior, que puedan resultar de referencia para las salinas de evaporación solar (p. ej., Alegre 1994, Ramos & Sarmiento 1999, Martínez-Aedo & Páez 2003, Ballesteros *et al.* 2021).

Figura 9: Algunas aves típicas de los paisajes de la sal



Flamenco común (*Phoenicopterus roseus*)



Avoceta común (*Recurvirostra avosetta*)



Cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*)



Chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*)

(Fuentes: Wikimedia Commons/Animalia.bio)

Las aves como embajadoras de las salinas

Para detener su abandono, los socios de BirdLife Internacional se han unido en un proyecto dirigido a la recuperación, puesta en valor y gestión integral de las salinas de la ruta migratoria del Atlántico oriental. El llamado "Saltpan Recovery Project" fue creado por Vogelbescherming Nederland (representante de BirdLife en los Países Bajos) para restaurar y gestionar una red de salinas a lo largo de dicha ruta migratoria, que a su vez apoyaran otros humedales y lugares de parada y descanso de las aves en esta ruta. El proyecto hizo mejoras en salinas de Europa y África para la recuperación de sus funciones ecológicas, sociales y medioambientales, incluyendo la producción de sal. Asimismo, el proyecto puso en marcha unas jornadas técnicas y divulgativas en torno a su desarrollo en la bahía de Cádiz. Fruto de este encuentro se creó la Red de Salinas Artesanales en la vía de vuelo Atlántico Este, que pretende cohesionar salinas y humedales europeos y africanos.

Aunque las aves no son estrictamente específicas de las salinas, lo cierto es que estos ambientes favorecen la presencia de especies acuáticas, limícolas y coloniales en general. Las salinas son además atractivas como espacios de nidificación, descanso e invernada, por lo que a lo largo de todo el año se puede ver una gran diversidad de aves en ellas. Entre las especies más habituales y emblemáticas están el flamenco común (*Phoenicopterus roseus*), la avoceta común (*Recurvirostra avosetta*), la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*), el chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*) o el charrancito común (*Sternula albifrons*) (figura 9).

Sobre la ictiofauna de las salinas hay poca bibliografía específica, por lo que es necesario acudir a obras de carácter general. Una excepción es el fartet (*Aphanius iberus*), especie endémica que se encuentra en la Región de Murcia y en la Comunidad Valenciana, principalmente, y que por su grado de amenaza ha contado con el apoyo de programas específicos de conservación (Oliva & Torralva 2008). Es una especie habitual de las salinas y sus poblaciones occidentales son ahora consideradas como una especie separada, el fartet andaluz o salinete (*Aphanius baeticus*).

De otros grupos como reptiles, anfibios o mamíferos de las salinas no se han encontrado trabajos. Parece lógico, pues en su caso la ocupación de ese espacio no obedece a la presencia de la sal, sino que se trata de especies generalistas que sobreviven en ellas como lo harían en otros hábitats.

Son muy escasas las obras que tratan los invertebrados de las salinas. Existe algún trabajo dedicado a los coleópteros, que desempeñan un interesante rol como especie bioindicadora de la calidad de los ecosistemas salinos, especialmente en salinas de interior o costeras de menor tamaño, con menos presencia de aves (Vives i Duran & Vives i Noguera, 1978; Abellán *et al.* 2004; Millán *et al.*, 2014); aunque también se dan en lagunas y ramblas saladas. Ejemplo de algunos de ellos son el *Nebrioporus ceresyi*, el *N. baeticus* o el *Ochthebius notabilis*. En Salinas de Añana, Álava, se determinó que las especies con mayor valor como indicadores naturales en el ambiente salino eran el *Nebrioporus baeticus*, para los manantiales y canales de salmuera, es decir, ambientes lóticos (aguas fluyentes), y el *Ochthebius notabilis*, para pozos y salinas, es decir, ambientes leníticos (aguas quietas) (Sánchez-Fernández *et al.* 2007). Quizá el género más característico

de las salinas es *Artemia* (figura 10), un crustáceo capaz de vivir en aguas hipersalinas y que en otras zonas del mundo tiene gran interés comercial como alimento para peces de acuario. Tiene un rol esencial en el mantenimiento de la calidad ambiental de la salmuera, pues se alimenta de microorganismos halófilos y ayuda de esa manera a controlar la densidad, el color y la composición de esta. Las especies *Artemia salina* y *A. parthenogenetica* son autóctonas en España, frente a la invasora *A. franciscana* (véase la caja) (Amat *et al.* 1991).

Figura 10: *Artemia salina* (Fuente: Wikimedia Commons)



La *Artemia salina*, una trágica historia

Si hay un organismo emblemático de las salinas en todo el mundo ese es la *Artemia*, un pequeño crustáceo con aspecto de gamba, que puede encontrarse en las balsas de mayor salinidad. Tiene un vivo color naranja gracias al betacaroteno que contienen los microorganismos de los que se alimenta, que a su vez le protege de la fuerte radiación ultravioleta que hay en estos espacios. Cuando las condiciones de salinidad o temperatura son desfavorables, la *Artemia* se encapsula en forma de quiste y aguarda a que sean de nuevo favorables, lo que la hace muy resiliente a los cambios temporales en su entorno. Ahora bien, una de las especies autóctonas en España, la *Artemia salina*, está siendo desplazada por la especie americana *A. franciscana*, más grande y agresiva. Esta especie se cultiva de forma masiva en el Gran Lago Salado de Utah, en EE. UU., como alimento para peces de acuario y se distribuye entre acuariófilos de todo el mundo. Cuando se limpian los acuarios, los quistes se desechan con el agua de lavado, yendo a parar a las aguas naturales y, llegado el caso, al mar. Desde ahí entran de nuevo a las salinas, invadiendo el nicho ecológico de la especie nativa, hasta el punto de extinguirla localmente. Actualmente, el reservorio de la *Artemia salina* son algunas de las salinas de interior, a las que aún no ha llegado la invasora.

Más desconocidos son los microorganismos halófilos, visibles por el color rosado-anaranjado que dan a la salmuera. Hay una gran diversidad de ellos; se trata de algas, hongos, bacterias o virus pertenecientes a los tres dominios —*Eukarya*, *Bacteria* y *Archaea*— y muchos de ellos aún están pendientes de ser descritos por la ciencia. Quizá el ejemplo más famoso es la ya citada alga *Dunaliella salina*, presente de forma casi universal. El nombre científico de la bacteria *Halo-bacterium salinarum*, por otro lado, no deja lugar a dudas sobre su nicho ecológico. Son organismos de extraordinario interés para la conservación y el aprovechamiento salinero, por un lado, y para la ciencia, la industria farmacéutica, energética y alimentaria por otro (VV. AA. 2000). Las bacterias halófilas se emplean, entre otros, para estudiar la vida extraterrestre. Gracias a su capacidad para tolerar condiciones extremas de salinidad, temperatura, radiación ultravioleta y falta de oxígeno, podrían dar claves para la supervivencia en otros planetas; aunque también son ventanas a la historia del nuestro. La acumulación de bacterias en los sedimentos de las salinas se conoce como tapetes microbianos. El ambiente extremo de estos humedales hace que se preserven en buen estado comunidades de bacterias muy antiguas, formando estratos similares a alfombras —de ahí el nombre—. Estos tapetes permiten entender la evolución de dichos organismos desde su aparición hace casi cuatro mil millones de años (Hoehler *et al.*, 2011; Seckbach & Oren, 2010).

El estudio y gestión de microorganismos halófilos requiere de herramientas y destrezas muy especializadas, que se salen del ámbito de este manual. A efectos de restauración ecológica, se da por hecho que una buena gestión del ecosistema salino tendrá como consecuencia una comunidad microbiana halófila diversa y saludable, gracias a su imprescindible papel en la red trófica de las salinas. Conviene cuidar la conservación de la microbiota halófila, pues se estima que puede tardar 35 años en recuperarse de una situación de abandono.

Para conocer mejor los grupos taxonómicos menos visibles de las salinas, es necesario acudir, por un lado, a la literatura científica, que es abundantísima; por otro lado, se pueden consultar los atlas y libros rojos que publican las instituciones, tanto estatales como regionales. Sería muy prolijo reseñar todas esas referencias aquí, así que en su lugar se pueden consultar en el portal de Publicaciones y Documentación de la Dirección General de Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico⁶. Sería recomendable también visitar los portales equivalentes de las comunidades autónomas donde hay salinas de evaporación solar de cierta relevancia (Andalucía, Región de Murcia, Comunidad Valenciana, Cataluña, Islas Baleares) y, para las salinas y humedales salinos de interior, sobre todo Aragón y Castilla-La Mancha. Aunque hay otras muchas especies de gran interés para la conservación, algunas no son endémicas de espacios salineros y deben valorarse individualmente, en cada espacio que recuperar.

Igualmente es útil consultar la documentación relacionada con los espacios naturales protegidos que albergan salinas de evaporación solar. La mayor parte de las salinas de tamaño medio y grande en España están dentro de espacios de este tipo (véase tabla 8) y los documentos de planificación y gestión son fuentes muy útiles de información sobre los valores ambientales de la salina. Aquellas que forman parte de la Red Natura 2000, que incluye a muchas salinas de menor tamaño, así como salinas y humedales salinos de interior, tienen publicada la información de la ficha de cada espacio, disponible en las bases de datos nacional y autonómicas de la Red Natura 2000.

Impacto ambiental

Como ya se ha visto, una de las mayores amenazas a los ambientes salinos es el abandono. Incluso en entornos estrictamente naturales, esto supone el riesgo de simplificación de la biodiversidad, con vulnerabilidad ante la presencia de especies generalistas o incluso invasoras. Son, sin embargo, muchas las amenazas que afectan a las salinas en funcionamiento (tabla 9), que pueden resumirse en cuatro grandes áreas.

Alteración de la estructura física

El abandono de la actividad salinera supone un rápido deterioro de las infraestructuras de producción de sal que, como se sabe, sirven de sustrato para el arraigo de la vegetación halófila y de refugio para la avifauna y otros grupos taxonómicos de fauna halófila (p. ej., invertebrados). Los materiales de los que están habitualmente construidas las salinas, sobre todo en el litoral, hacen que se deterioren con rapidez, a falta de mantenimiento. El barro y la madera, principales materiales de construcción de balsas, diques y caminos, requieren de continuos cuidados para mantener su integridad física. Igualmente, la estructura de una salina se verá amenazada por cambios de usos de suelo, cuando esta se transforma para otros fines (p. ej., acuicultura intensiva) o simplemente se invade (p. ej., pasto, circulación de vehículos). Los edificios asociados a la actividad salinera también se deterioran con facilidad, pues suelen ser de sencilla factura y no son fácilmente apreciados como bienes con valor patrimonial.

Alteración del caudal hidrológico

El abandono de una salina tiene como consecuencia más inmediata la paralización de la circulación del agua y la salmuera en su interior. En primer lugar, esto repercute en las especies halófilas presentes en una salina, las cuales requieren de condiciones muy específicas de salinidad, que se altera al no circular ya el agua. En concreto, en las balsas donde aún queda salmuera, esta se concentra en verano o se dulcifica en período de lluvias; fluctuaciones que afectan al nicho ecológico de estas especies. En segundo lugar, la modificación de caudales también perjudica la integridad de la

6 En el momento de escribir estas líneas, la URL es: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/publicaciones_fauna_flora_1.html.

infraestructura, pues aquellos elementos (sobre todo de barro y madera) que por lo normal se mantienen sumergidos ya no lo están y se deterioran con rapidez; aparecen grietas y se destruye su impermeabilidad. En tercer lugar, las plantas que requieren ciclos periódicos de sequía e inundación (p. ej., *Salicornia*) pueden ver su supervivencia comprometida si se alteran los niveles de agua habituales. Por último, es posible que las especies de invertebrados que dependen de aguas lólicas (en movimiento) o leníticas (quietas) pierdan su nicho cuando se alteran los flujos de agua y esta se estanca, así como con los cambios de profundidad en las balsas, pues los invertebrados no tienen tanta movilidad como otras especies y no pueden buscar espacios alternativos.

Las danas, ¿una amenaza para las salinas?

Entre las amenazas más graves relacionadas con el cambio climático, están las danas (Depresión Aislada en Niveles Altos), que presentan fenómenos meteorológicos de gran intensidad como fuertes vientos y lluvias torrenciales y son especialmente comunes a final del verano en el litoral mediterráneo. Pese a ser un hecho habitual en la región, antes conocido como “gota fría”, se espera que las danas aumenten de frecuencia, duración e intensidad en el futuro. En los últimos años la temperatura del mar Mediterráneo ha batido récords, alcanzándose por primera vez los 31,2 °C en agosto de 2024. El efecto de evaporación que causan estas temperaturas genera una elevada cantidad de humedad, que, al encontrarse con una masa de aire frío en altura, se condensa y precipita de forma violenta.

En septiembre de 2019, una dana inundó las salinas de San Pedro del Pinatar, inmersa entonces en pleno proceso de restauración en el marco del proyecto LIFE Salinas. En agosto de 2024, otra dana arruinó la cosecha de sal y algunas de las infraestructuras recién restauradas de la salina de La Concepció en Menorca, dado que el agua subió 1,2 m en las instalaciones de la salina. Se desconoce a fecha de realización de este documento si la dana de octubre-noviembre de 2024, que afectó a prácticamente todo el litoral suroccidental ibérico con diferente grado de intensidad, ha causado daños en las salinas.

Alteración de la calidad del agua

El funcionamiento de una salina tradicional depende del delicado equilibrio biológico que se da en el agua. En la salmuera no solo está la sal —razón de ser de la salina—, sino que hay materia orgánica, microorganismos y otras sales que mantienen la salmuera limpia y proveen de suficientes partículas para la formación de cristales de sal uniformes y sólidos, sin que haya un exceso de ellas que deforme los cristales. Una salina abandonada tendrá una salmuera sucia, por la falta de circulación del agua, y posiblemente hipereutrofizada, por la acumulación de materia orgánica que no es consumida por los microorganismos halófilos. Estos habrán sido desplazados de su nicho ecológico y extinguidos del lugar. Otra amenaza asociada a la calidad del agua es el riesgo de vertido de aguas residuales urbanas e industriales en la zona de captación de salmuera. Esto es especialmente peligroso en las salinas que se encuentran en los estuarios de los ríos, receptores naturales de vertidos al cauce aguas arriba. Las salinas que toman la salmuera directamente del mar o de un manantial tienen menor riesgo de recibir vertidos. Sin embargo, existen contaminantes emergentes de gran preocupación para las salinas, como los microplásticos, que llegan tanto por el agua como por el aire a las diferentes balsas.

Tabla 8: Figuras de protección natural y cultural que albergan salinas activas y abandonadas en España

Figura de protección	Ejemplos
Sitio Ramsar	Bahía de Cádiz, Cádiz Lago de Caicedo-Yuso y Salinas de Añana, Álava
Reservas de la Biosfera	Terres de l'Ebre, Tarragona
Patrimonio de la Humanidad (lista tentativa)	Paisaje Dulce y Salado de Sigüenza y Atienza, Guadalajara Valle Salado de Añana, Álava Paisajes de la Minería-Ojos Negros, Teruel
Parque Natural	Marismas del Odiel, Huelva Bahía de Cádiz, Cádiz Cabo de Gata, Almería Salinas de Santa Pola, Alicante Lagunas de La Mata y Torrevieja, Alicante Ses Salines de Ibiza y Formentera Delta del Ebro, Tarragona
Parque Regional	Calblanque, Murcia Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar, Murcia
Red Natura 2000 ¹	ES0000020 Delta del Ebro ES0000025 Marismas del Odiel ES0000038 S'Albufera de Mallorca ES0000084 Ses Salines de Ibiza y Formentera ES0000120 Salinas de Santa Pola ES0000140 Bahía de Cádiz ES0000165 Valle y Salinas del Salado ES0000485 Lagunas de La Mata y Torrevieja ES6150005 Marismas de Isla Cristina
Bien de Interés Cultural	Poza de la Sal, Burgos Rambla Salada, Murcia Salinas de Añana, Álava Salinas de Arinaga, Las Palmas de Gran Canaria Salinas de Imón, Guadalajara Salinas de Tenefé, Las Palmas de Gran Canaria Salinas de San Juan, Guadalajara

¹Se estima que hay unos 80 espacios de la Red Natura en España que albergan paisajes de la sal (salinas y humedales, tanto de litoral como de interior). En Europa, hay 115 espacios de la Red Natura 2000 con salinas costeras (esta cifra no incluye las de interior ni los humedales salinos no productivos).

Alteración de comunidades biológicas

La modificación de las condiciones ambientales, como se ha visto, altera las comunidades biológicas de una salina abandonada. La pérdida de salinidad hace que las especies halotolerantes o incluso glicófilas puedan acceder al hábitat otrora hipersalino y desplacen a las especies halófilas de su nicho ecológico. Dado el esfuerzo fisiológico que estas hacen en especializarse en ambientes salinos, cuando estos dejan de serlo, tienen una importante desventaja competitiva frente a especies que no necesitan hacer ese esfuerzo. Las salinas son islas de biodiversidad rodeadas de ambientes más generalistas, sobre todo en el interior, y tienen, por tanto, poca resiliencia como ecosistema. Por tanto, desde el punto de vista de la biodiversidad, una de las amenazas más acuciantes es la presencia de especies invasoras, para las que el abandono de la gestión del espacio salinero da carta blanca para expulsar de su hábitat a las especies halófilas autóctonas (ver caja).

En la tabla 9 se detallan las principales alteraciones que sufren las salinas tradicionales, sobre todo relacionadas con su abandono o gestión inadecuada. Un ejemplo de ello es la presión recreativa y turística excesiva, que a veces se da en salinas operativas. Siendo las salinas zonas de trabajo, los visitantes a menudo se concentran en zonas apartadas y usualmente de mayor valor ecológico. Las empresas salineras no suelen contar con personal dedicado a la gestión de visitantes y, por tanto, debido a la falta de control sobre sus actividades el entorno puede resultar dañado. Otra cuestión importante es la presencia de mascotas asilvestradas, especialmente perros y gatos, que atacan a las colonias de aves que nidifican o descansan en las salinas.

Aparte, otras amenazas a estos ambientes son la erosión, asunto relevante por el cambio climático, y las inundaciones, cada vez más frecuentes y dañinas. El agua de mar saliniza el suelo y afecta al equilibrio de salinidad en la marisma.

Por otro lado, la construcción de diques y otras infraestructuras de protección costera hace que las marismas naturales pierdan su función de tampón entre el agua dulce del interior y salada del mar, dulcificando el humedal (Bakker 2012).

Tabla 9: Alteraciones del humedal en las salinas de evaporación solar

Cambio ecológico	Posibles causas
Alteración de la estructura física	- Drenaje y relleno para usos urbanos, turísticos o industriales - Transformación para agricultura o acuicultura intensiva - Construcción de infraestructuras (carreteras, aeropuertos, etc.) - Vertido de residuos - Modificación de la morfología (diques, excavaciones, canales, etc.) - Minería y otras actividades extractivas - Ocupación del terreno
Alteración del caudal hidrológico	- Retención de sedimentos - Modificación de la red hidrológica y regulación de cauces - Sobreexplotación de acuíferos para riego, industria, consumo humano - Cambios en el uso del suelo a nivel de cuencas: deforestación, erosión, llenado - Drenaje y desecación - Llenado, limpieza y fragmentación - Trasvase de agua entre cuencas hidrográficas
Alteración de la calidad del agua	- Escorrentía de nutrientes, pesticidas y herbicidas - Salinización de aguas superficiales y subterráneas - Cambios en la salinidad y composición iónica - Vertidos de aguas residuales urbanas - Vertidos de residuos industriales - Residuos de acuicultura y ganadería - Modificación de la conexión con el mar
Alteración de comunidades biológicas	- Caza furtiva - Sobrepastoreo - Explotación mecánica de los recursos minerales - Presión recreativa excesiva - Introducción de especies exóticas - Destrucción de hábitats ribereños - Sobrepesca - Presencia de animales domésticos asilvestrados

Fuente: Hueso Kortekaas 2019.

Las plantas invasoras

Las plantas invasoras son uno de los grandes desafíos de las salinas tradicionales, sobre todo, aquellas que se encuentran en zonas con mayor población, pues suelen ser introducidas por el ser humano para muy diversos usos. Algunas ya están en la península desde los viajes de Colón a América. Estas plantas se caracterizan por tener una gran capacidad de reproducción, crecimiento rápido, adaptabilidad y resistencia a cambios ambientales. Al mismo tiempo, en las zonas que colonizan no suelen encontrar predadores o competidores naturales. Su presencia altera las relaciones tróficas y la composición bioquímica del agua y del suelo. Todo ello tiene como consecuencia un impacto sobre la productividad agrícola, forestal y acuícola y puede generar problemas de salud pública, por alergias o toxicidad. El consumo de agua para su crecimiento afecta también a los niveles freáticos, alterando así la disponibilidad de agua en la salina. Pero quizá el mayor problema que causan estas especies es que desplazan a las halófilas nativas con facilidad, que por su fragilidad y vulnerabilidad sufren con mayor virulencia este fenómeno.

Pinho & Lourenço, en Godet & Ménanteau 2014

Los hábitats salinos indicados más arriba (tabla 7) tienen un diferente grado de vulnerabilidad, en función de la región biogeográfica en la que se encuentren, puesto que las presiones ambientales (pérdida de salinidad, cambio climático, presencia de especies invasoras) son diferentes. Estas amenazas pueden tener un efecto sinérgico, que acelera su deterioro y la consiguiente pérdida, por región biogeográfica, de nichos ecológicos raros y vulnerables. En la tabla 10 se

muestran los diferentes hábitats con el grado de vulnerabilidad en una escala de 1 a 6, siendo 1 la mayor y 6 la menor (en la tabla solo se muestran valores de 1 a 3). Cada grado de vulnerabilidad se traduce en un máximo de pérdida de superficie, tanto en términos absolutos como porcentuales, en caso de darse un impacto ambiental sobre dicho hábitat (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019).

Tabla 10: Vulnerabilidad de los hábitats típicos de las salinas de evaporación solar en España (adaptado del Ministerio para la Transición Ecológica, 2019)

Hábitat	Región biogeográfica			
	Mediterránea	Atlántica	Macaronésica	Alpina
1150* Lagunas costeras	2	3	2	-
1310 Vegetación anual pionera con Salicornia y otras especies de zonas fangosas o arenosas	1	1	-	-
1410 Pastizales salinos mediterráneos	1	-	-	-
1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos	2	2	3	-
1430 Matorrales halonitrófilos	2	-	-	-
1510* Estepas salinas mediterráneas	1	-	-	-
1520* Vegetación gipsícola ibérica	1	-	-	1

Como se puede apreciar, la región biogeográfica Mediterránea es la que más sufre la posible pérdida de estos hábitats, incluso cuando no son exclusivos de esta región, como es el caso de las lagunas costeras o los matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos. Urge, por tanto, acometer acciones de restauración en este tipo de hábitats.

3.2 EXPERIENCIAS DESTACADAS

En las dos primeras décadas del siglo XXI se han desarrollado numerosos proyectos de restauración ambiental de salinas abandonadas en Europa y el Mediterráneo, gracias en su gran mayoría a los fondos europeos. Pese a los proyectos de recuperación del patrimonio natural y cultural de las salinas tan diversos que se han apoyado en este tiempo, la mayoría de ellos ha reconocido la necesidad de mantener el ecosistema funcional para que ese patrimonio fuera resiliente. De los dos bloques de fuentes principales consultadas, trabajos científicos e informes de proyectos, sin duda son estos últimos los que más información útil proporcionan sobre la efectividad de las medidas implementadas. La tabla 11 recoge ejemplos de proyectos de restauración ecológica desarrollados entre 2001 y 2023, incluyendo las principales acciones y el resultado obtenido con ellas.

Tabla 11: Resultados de acciones de restauración llevadas a cabo en diversos proyectos

Acciones de restauración	Resultados
<i>Becas del proyecto MedArtSal en Marchamalo (Murcia) y Ettore e Imfersa (Italia) (2019-2023) (Clavero-Sousa & Beckett 2023)</i>	
• Instalación de bombas mecánicas de agua • Reconstrucción de esclusas • Retirada de lodos de los cristalizadores • Refuerzo de los taludes de los cristalizadores • Señalización dentro de la salina • Refuerzo del muro perimetral • Ensanchado de caminos con materiales de limpieza de balsas	• Recuperación y control del circuito hidráulico • Cristalizadores listos para ser utilizados • Limitación de entrada a personas (algunas con mascotas) que pueden perturbar a las aves y pisar especies de flora • Prevención de infiltraciones de agua de mar • Facilidad de paso para personas y maquinaria
<i>Life MC Salt (2011-2016) en Delta del Po y Cagliari (Italia), Camarga (Francia), Pomorie (Bulgaria) (Costa et al. 2016)</i>	
• Instalación de islas nido y nidos flotantes • Protección de islas nido con redes para impedir el paso de especies depredadoras • Soterramiento de líneas eléctricas aéreas • Restauración del circuito del agua en Camarga • Eliminación de especies invasoras • Vallado perimetral de zonas de conservación para impedir el paso del público • Control de marisqueo	• Aumento de nidificación de aves acuáticas en general, como avoceta común (<i>Recurvirostra avosetta</i>), cigüeñuela común (<i>Himantopus himantopus</i>), charrán patinegro (<i>Sterna sandvicensis</i>), charrán común (<i>Sterna hirundo</i>), charrancito común (<i>Sterna albifrons</i>) o pagaza piconegra (<i>Gelochelidon nilotica</i>) • Parada invernal de cormorán pigmeo (<i>Phalacrocorax pygmeus</i>) y pelicano blanco (<i>Pelecanus onocrotalus</i>) en Pomorie (Bulgaria) • Recuperación de especies piscícolas de interés para la conservación: fartet (<i>Aphanius fasciatus</i>) así como <i>Knipowitschia panizzae</i> y <i>Pomatoschistus canestrinii</i>
<i>Life Salinas (2018-2022) en San Pedro del Pinatar (Murcia) (Ballesteros-Pelegrín et al. 2022, Belmonte et al. 2022)</i>	
• Instalación de compuertas para controlar flujos de agua, caudales y salinidad	• Nidificación de gaviota de Audouin (<i>Larus audouinii</i>) • Colonización de la charca por parte del fartet (<i>Aphanius iberus</i>)
<i>LIFE for Pomorie Lagoon (2020-2023) en Pomorie (Bulgaria)</i>	
• Mejora de la circulación del agua mediante la restauración de canales perimetrales y diques • Instalación de plataformas de nidificación	• Disminución de la eutrofización y de la entrada de aguas dulces • Protección frente a inundaciones • Incremento de la salinidad • Incremento de nidos de charranes y avocetas
<i>LIFE Salt of life (2012-2018) en el lago Atanasovo (Bulgaria)</i>	
• Restauración de diques y barreras, construcción de diques de menor tamaño • Restauración del canal perimetral de protección • Reparación e instalación de islas nido	• Nidificación de aves de interés para la conservación • Desvío del exceso de agua dulce (de lluvia) al mar • Creación de un hábitat de agua dulce en el canal • Nidificación del pelicano ceñudo (<i>Pelecanus crispus</i>) • Regreso de la pagaza piconegra (<i>Gelochelidon nilotica</i>) a Bulgaria • Incremento de la presencia del charrán común (<i>Sterna hirundo</i>) • Incremento de la superficie del hábitat 1310 • Regreso de <i>Ruppia maritima</i>
<i>LIFE Circurevieja (2010-2011) en La Mata y Torrevieja (Alicante)</i>	
• Mejora del sistema de decantación de salmuera • Refuerzo de diques • Revegetación de terrenos adyacentes a las salinas	• Reducción de la descarga de salmuera residual en la laguna • Mejora en las condiciones de almacenamiento de la sal (sobre suelo seco) • Nidificación de la gaviota de Audouin (<i>Larus audouinii</i>) • Control de inundaciones en zonas de nidificación
<i>Salins du Midi (2006-2013) en Camarga (Francia) (Sejourné 2014)</i>	
• Restauración de 20 zonas de reproducción de aves acuáticas • Creación de 45 islas nido • Creación de 200 nidos artificiales	• Aumento en cinco veces la población de aves acuáticas con respecto a la media del período 2006-2013
<i>Proyecto de adecuación de infraestructuras en el entorno salinero del Rasall (Parque Regional de Calblanque, Murcia) (2006-2008) (Álvarez et al. 2017)</i>	

Tabla 11: Resultados de acciones de restauración llevadas a cabo en diversos proyectos (cont)

- Adecuación de la toma de agua marina - Retirada de planchas de fibrocemento - Dragado de canales y reposición de mampostería en motas interiores - Realización y ubicación de compuertas - Definición y contratación del programa de bombeo y abastecimiento de agua marina - Adecuación de los lechos salineros - Estabilización de la mota perimetral y revegetación con especies halófilas - Instalación de un sistema de bombeo y conducciones. - Vallado perimetral - Creación de motas isla - Creación de pequeñas charcas freáticas - Reintroducción del fartet (<i>Aphanius iberus</i>)	- Protección de elementos geomorfológicos de interés - Prevención de contaminación por fibrocemento - Mejora de la circulación de agua por el circuito de inundación de las salinas y estabilidad de las motas - Manejo y movimiento controlado de las masas de agua - Aseguramiento de la inundación permanente - Recuperación de la impermeabilidad natural de las balsas - Prevención de la erosión - Mejora de la evacuación de salmueras y pluviales - Control de la entrada de personas y predadores domésticos o asilvestrados - Aumento de las aves nidificantes - Colonización por parte de organismos vivos característicos de estos ecosistemas - Presencia del fartet (<i>Aphanius iberus</i>)
<i>LIFE Samouco (2004-2006) en Alcochete (Portugal)</i>	
- Medidas de control del nivel del agua - Construcción de islas nido	No se especifican resultados
<i>LIFE Secovlje (2003-2006) en Piran (Eslovenia)</i>	
- Consolidación y restauración de diques y taludes - Construcción de pequeños diques e islas flotantes	- Control de inundaciones - Nuevas áreas de nidificación - Control de predadores terrestres
<i>LIFE Salinas do Sado (2002-2005) en Setúbal (Portugal)</i>	
No se pudieron realizar las acciones previstas	Sin resultados medibles
<i>LIFE Cabo de Gata (2001-2005) en Cabo de Gata-Níjar (Almería) (Álvarez et al. 2017)</i>	
- Instalación de un vallado perimetral - Reparación de diques - Construcción de nuevos islotes de nidificación y recrecimiento de algunos ya existentes con material dragado en los estanques. - Colocación de rejillas de desbaste - Construcción de un caballón	- Control de acceso a visitantes y predadores terrestres - Aumento de la superficie del humedal al incorporar al circuito salinero un estanque abandonado - Aumento de presencia de aves nidificantes - Reducción de entrada de residuos sólidos desde el mar - Prevención de entrada de agua de lluvia

Fuentes: Base de datos LIFE de la UE y referencias citadas.

Otros casos interesantes de restauración ecológica y patrimonial, aunque con información desigual sobre sus procesos de recuperación, son:

- Salinas de La Esperanza (Cádiz, España)
- Salina Preciosa y Roqueta (Cádiz, España)
- Salina de San José (Puerto de Santa María, Cádiz, España)
- Salinas de La Concepció (Menorca, España)
- Salinas de Bocacangrejo (Gran Canaria, España)
- Salinas de Janubio (Lanzarote, España)
- Salinas de Añana (Álava, España)
- Salinas de Poza de la Sal (Burgos, España)
- Salinas de San Juan (Saelices de la Sal, España)
- Marais salants de Guérande (Francia)
- Marais salants de l'Île de Ré (Francia)
- Marais salants de Noirmoutier (Francia)
- Salines de La Palm (Francia)
- Salinas de Castro Marim (Portugal)
- Salinas de Tarquinia (Italia)

4. SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

En este capítulo se resume el conocimiento consolidado en materia de restauración ecológica de salinas de evaporación solar, a partir de la comparación entre los diferentes documentos encontrados y estudiados. Se recogen de forma esquemática las principales recomendaciones para la restauración ecológica de salinas de evaporación solar en el Mediterráneo, a partir de toda la información y experiencias contempladas en el informe, destacando algunos trabajos de referencia (Sadoul *et al.* 1998, Stumberger *et al.* 2008, Godet & Ménanteau 2014, Costa *et al.* 2016, WWF-España 2020, Belmonte Serrato *et al.* 2022, Hueso-Kortekaas 2022, Clavero-Sousa & Beckett 2023, Nelson *et al.* 2024). Algunas de estas sugerencias pueden aplicarse también a salinas abandonadas cuya producción salinera no es posible o no se desea restaurar, pero sí la funcionalidad del ecosistema salino (Martínez Pérez *et al.* 2012, González-Alcaraz *et al.* 2014). Por otro lado, se plantean acciones de restauración *ex situ*, temporales o permanentes, que permitan compensar daños irreversibles en el ecosistema salino. Ejemplo de estas acciones son los bancos de germoplasma, los jardines botánicos, la cría en cautividad de especies vulnerables, etc. (EUROPARC-España 2010). Se identifican también posibles lagunas de conocimiento, o áreas que no han sido estudiadas o aplicadas en profundidad, pero que sería necesario explorar para una restauración ecológica integrada en estos ambientes.

4.1 RECOMENDACIONES GENERALES PARA PROYECTOS DE RESTAURACIÓN

Las recomendaciones generales que se ofrecen a continuación tienen una mirada estratégica hacia la restauración ecológica, situándola en un marco espacio-temporal mayor. El plan bajo esta mirada debe tener en cuenta aspectos relacionados con la sostenibilidad, la resiliencia, la economía circular y el cambio climático, asuntos de los que no podemos ni debemos escapar. Se proponen también algunos consejos sobre cómo operar en un marco administrativo complejo —y a veces contradictorio— y qué documentación conviene tener preparada para facilitar que los procesos burocráticos se den con la mayor fluidez posible.

Recomendaciones generales:

- Mejorar la **circularidad** de las operaciones de restauración y mantenimiento, utilizando material reciclado de la propia salina en la medida de lo posible (lodos del fondo de las balsas, conchas marinas trituradas, piedra y madera local). Con la retirada de lodos hay que ser especialmente cuidadosos, pues es una actividad que podría emitir el carbono que está retenido en ellos. Es un campo aún en estudio y se recomienda consultar la literatura más actualizada al respecto (Elsayed *et al.* 2025). Se puede también emplear agua de desaladora para irrigar suelos salinos y facilitar el arraigo de plantas halófilas (González-Alcaraz *et al.* 2014). En general, se debe poner especial atención a la reutilización de escombros de canteras y minas, por si contuvieran contaminantes tóxicos.
- Introducir buenas prácticas de **sostenibilidad** en la gestión de los residuos, con puntos de recogida de diferentes flujos en zonas de afluencia del personal trabajador o los visitantes, en medidas de ahorro de agua en baños y cocinas o en el transporte de personas y pequeñas mercancías dentro de la salina, por ejemplo, con vehículos eléctricos (Clavero-Sousa & Beckett 2023).
- Fomentar la **adaptación al cambio climático** utilizando fuentes de energía renovables para oficinas, almacenes y otras instalaciones y maquinaria de las salinas. Para ello se puede recuperar el bombeo con energía eólica, como tradicionalmente se hacía en muchas salinas del Mediterráneo. Por otro lado, el cultivo de microalgas, compatible con la producción de sal, contribuye a la captura de CO₂ y, por tanto, a la neutralidad climática de una salina (Clavero-Sousa & Beckett 2023).
- Promover las **soluciones basadas en la naturaleza** para actividades dentro y en el entorno de las salinas, por ejemplo, fomentando la depuración de aguas residuales con tecnologías verdes o blandas o el compostaje de residuos orgánicos (procedentes, por ejemplo, de los cultivos de algas).

– Mantener la coherencia entre las acciones de **desarrollo socioeconómico local** en torno a la salina con el espíritu de su conservación, poniendo en valor la sostenibilidad, la equidad, la accesibilidad, la neutralidad climática y la circularidad en el uso de los recursos. Esta mirada debe ser transmitida al público mediante propuestas de voluntariado, ciencia ciudadana, participación, educación ambiental e interpretación del patrimonio (Hueso-Kortekaas 2023).

– Ajustar las **medidas de conservación** de flora y fauna a las características de las especies en cuestión. Es importante que, en el caso de movimiento de tierras o traslocación de especies de flora y fauna, se evite la transmisión de ejemplares que puedan causar problemas (especies invasoras, patógenos). Es importante mantener la higiene de la ropa y el equipamiento empleados para estos fines. Para más detalles consultar:

- **Aves:** Symes & Robertson 2004, Neves & Herbert en Godet & Ménanteau 2014, Costa *et al.* 2016, Serra *et al.* 2016, Stumberger *et al.* 2008, Belmonte Serrato *et al.* 2022, Clavero-Sousa & Beckett 2023, Nelson *et al.* 2024.
- **Vegetación:** Symes & Robertson 2004, Stumberger *et al.* 2008, Costa *et al.* 2016, Nelson *et al.* 2024.
- **Invertebrados:** Herbert & Bramber en Godet & Ménanteau 2014.

4.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE RESTAURACIÓN DE SALINAS TRADICIONALES

En este epígrafe se recogen recomendaciones específicas para cada uno de los aspectos ambientales de relevancia para un proyecto de restauración ecológica de salinas tradicionales. Por un lado, se contemplan los aspectos abióticos (no vivos) del medio: suelo, aire y agua. Por otro lado, los aspectos bióticos (vivos): paisaje, flora, fauna y microorganismos, esta última categoría, si bien inusual, es de especial interés en este tipo de ambientes. Finalmente, se revisan aquellos aspectos relacionados con el medio humano: patrimonio cultural y medio socioeconómico (tablas 12-14). Para cada uno de estos aspectos se recogen recomendaciones clasificadas por cada una de las tres fases identificadas para todo proyecto de restauración ecológica: la fase de diagnóstico, en la que sobre todo se recoge información sobre el estado y las presiones que sufre la salina; la fase de planificación e implementación, en la que se aplican las medidas correctoras y compensatorias y la fase de seguimiento y gestión, en la que se mantiene el ecosistema en el estado deseado. Las alusiones a “la empresa” en este listado de recomendaciones se refieren a la empresa propietaria o gestora de las salinas.

La figura 11 ofrece una guía sobre las tablas para consultar en cuatro posibles escenarios, que pueden darse en sendas bifurcaciones. Por un lado, está el estado de conservación de la salina. Si la salina está abandonada, requerirá poner más acento en las fases de diagnóstico y planificación, para luego poder realizar la gestión de forma adecuada. Si la salina está operativa, es decir, está produciendo sal u otros subproductos, o es capaz de hacerlo en las condiciones en las que se encuentra, deberá fijarse sobre todo en la fase de gestión y seguimiento. La otra bifurcación está en el enfoque de los trabajos de restauración. Por un lado, puede haber un interés exclusivo en la restauración ecológica, bien porque no hay intención de desarrollar ninguna actividad productiva en la salina, o bien porque ya está teniendo lugar. Por otro, puede haber un interés conjunto en la restauración ecológica y patrimonial, para recuperar la funcionalidad tanto como ecosistema como espacio productivo.

Figura 11: Guía de referencia para encontrar las tablas de recomendaciones de este informe.

		Salina abandonada			Salina operativa
		Medio	Diagnóstico	Planificación e implementación	Seguimiento y gestión
Proyectos de restauración ecológica	Abiótico	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
		Agua	Agua	Agua	Agua
		Aire	Aire	Aire	Aire
	Biótico	Flora	Flora	Flora	Flora
		Fauna	Fauna	Fauna	Fauna
		Microorganismos	Microorganismos	Microorganismos	Microorganismos
		Paisaje	Paisaje	Paisaje	Paisaje
Proyectos de restauración ecológica y patrimonial	Humano	Patrimonio cultural	Patrimonio cultural	Patrimonio cultural	Patrimonio cultural
		Medio socioeconómico	Medio socioeconómico	Medio socioeconómico	Medio socioeconómico
	Tabla nº	12	13	14	

Tabla 12: Recomendaciones para el diagnóstico

Medio abiótico
Suelo
- Analizar los usos de suelo en la salina (captación de salmuera, producción, procesado de la sal, ocio, otros). - Analizar los movimientos de personas y vehículos para planificar las zonas de paso. - Levantar planos de zonificación de usos del suelo, especialmente relevante para conocer las áreas de mayor interés para la biodiversidad. - Analizar el suelo para determinar la presencia de posibles sustancias contaminantes, nocivas o peligrosas para la flora, la fauna y la sal.
Aire
- Tomar muestras de aire para comprobar la presencia de contaminantes sedimentables (p. ej., microplásticos). - Medir los niveles de ruido en las diferentes zonas de la salina, sobre todo, en época de producción y en zonas sensibles (p. ej., cría de aves). - Si hubiera presencia de otras industrias, carreteras, ferrocarriles y otras fuentes de ruido cercanas, determinar su relevancia.
Agua
- Analizar el agua o salmuera de captación (mar, estuario, manantial). - Analizar el circuito del agua en la salina (flujos, caudales). - Identificar las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) cercanas y el riesgo de contaminación por vertidos, también de procedencia ilegal. - Determinar los niveles de inundación de balsas, canales y taludes que sean compatibles con la conservación de flora y fauna que dependen de ellos. - Identificar los puntos muertos en el circuito del agua, donde se acumulan residuos. - Calcular los niveles de agua de canales y balsas, para evitar inundaciones, facilitar el uso de maquinaria, el paso de personas y la conservación de especies de flora y fauna.
Medio biótico
Flora
- Identificar las especies halófilas y otras de interés para la conservación. - Identificar períodos de germinación, floración y fructificación, por si fuera necesario recolectar semillas. - Analizar su estado de conservación y relevancia a diferentes escalas geográficas. - Conocer los valores etnobotánicos de las plantas halófilas y otras de interés en la salina. - Identificar la presencia de especies invasoras.
Fauna

Tabla 12: Recomendaciones para el diagnóstico (cont)

• Identificar las especies halófilas y otras de interés para la conservación. • Identificar períodos y zonas de campeo, nidificación, descanso o invernada, según cada caso. • Analizar su estado de conservación y relevancia a diferentes escalas geográficas. • Identificar la presencia de especies invasoras. • Estudiar la presencia de depredadores naturales. • Estudiar la presencia de ganado o animales domésticos asilvestrados.
Microorganismos
• Analizar la presencia de microorganismos y tapetes microbianos en la salina.
Paisaje
• Analizar la cuenca visual de la salina e identificar elementos que causen impacto visual. • Identificar lugares de interés paisajístico como miradores o elementos de singular belleza.
Medio humano
Patrimonio cultural
• Inventariar los elementos de patrimonio cultural mueble (herramientas), inmueble (edificios, infraestructuras) e intangible (conocimiento vernáculo, usos, tradiciones, leyendas, etc.), incluido el arqueológico. • Identificar los elementos patrimoniales de interés para su conservación o los ya protegidos, por ejemplo, como Bien de Interés Cultural (BIC). • Identificar a las personas que (aún) conozcan el oficio de maestro salinero, mejor si trabajó en la salina en recuperación. • Recoger el conocimiento vernáculo sobre los usos tradicionales de los recursos naturales de la salina (sal, lodos, plantas halófilas, fauna).
Medio socioeconómico
• Realizar un estudio socioeconómico del entorno de la salina, con especial énfasis en las oportunidades de desarrollo basado en los recursos naturales. • Identificar el uso público que se practica en la salina (caza, pesca, turismo, ocio, ganadería, acuicultura), especialmente aquel que sea informal o ilegal (p. ej., marisqueo no autorizado). • Identificar los agentes sociales del territorio, su capacidad de decisión e intereses en la salina. • Recoger usos innovadores de los recursos naturales de una salina.

Tabla 13: Recomendaciones para la planificación e implementación

Medio abiótico
Suelo
• Si es necesario, retirar la materia contaminada o descontaminar preferiblemente por medios biológicos. • Habilitar zonas de acopio de materiales en lugares donde no se produzcan vertidos accidentales. • Planificar una adecuada zonificación, que permita el funcionamiento biológico de la salina. • Planificar las zonas de paso de personal trabajador y visitante. • Acondicionar los caminos para que las infraestructuras de producción sean accesibles con vehículo. • Acondicionar los caminos de uso público para que sean accesibles con vehículo o silla de ruedas.
Aire
• Evitar el uso de maquinaria ruidosa en las zonas de cría de aves. • Evitar la producción innecesaria de polvo en las inmediaciones de la salina en recuperación de flora y fauna, mediante la conducción y el manejo prudente de maquinaria. Si es necesario, regar los viales. • Identificar las posibles fuentes de contaminantes sedimentables.
Agua
• Limpiar balsas y canales de sedimento y otros residuos que pueda haber. • Instalar rejillas de desbaste y filtros a la entrada de la salina. • Garantizar la estanqueidad de las infraestructuras salineras. • Asegurar el buen funcionamiento de bombas, compuertas, esclusas y equipos similares. • Circular con prudencia por los caminos, para evitar que caiga arena o polvo al agua. • Diseñar los caudales necesarios para el mantenimiento de los niveles de agua. • Ajustar la altura de taludes, compuertas, etc., para mantener la altura de agua deseada (véase por ejemplo Rivero Reyes <i>et al.</i> 2015).

Tabla 12: Recomendaciones para el diagnóstico (cont)

Medio biótico
Flora • Evitar circular con vehículos o pisotear zonas donde crezcan plantas de interés para su conservación. • Replantar zonas donde puedan arraigar y no haya paso habitual de personas o vehículos. • Para regenerar la vegetación antes de recuperar la explotación de la sal, se recomienda regar con agua salina. Esta medida puede ser útil también para salinas que no van a recuperar la producción de sal. • Retirar los ejemplares de especies invasoras por medios manuales o mecánicos. • Controlar la vegetación por medios manuales o mecánicos, no con herbicidas. Tampoco deben hacerse quemas controladas, por riesgo de incendio y contaminación del agua. • Considerar, con todas las necesarias precauciones, la reintroducción de especies autóctonas con región de procedencia adecuada. Idealmente debe poder hacerse un semillero con variedades locales y producir. • Plantearse la posibilidad de hacer traslocación de ejemplares de especies nativas de lugares cercanos o con características similares. • Mantener los contenedores de residuos cerrados para evitar atraer plagas, parásitos y especies invasoras. Los descartes de pesca, marisqueo y actividades similares deben también mantenerse fuera del alcance de las aves y los roedores.
Fauna • Ajustar las pendientes, la forma y la altura de los taludes a las necesidades de las especies que nidifican o campean en ellos (aves, reptiles, invertebrados). • Reducir el riesgo de depredación por rapaces eliminando estructuras elevadas desde las que vigilan a las presas, salvo que su presencia sea deseada por razones de conservación / funcionalidad del ecosistema. • Diseñar las balsas para minimizar el efecto del viento sobre los invertebrados (p. ej., con bordes sinuosos). • Mantener las balsas inundadas todo el año, para preservar el hábitat de los invertebrados. • Ahuyentar los ejemplares de especies invasoras y, en última instancia, eliminarlos. • Considerar, con todas las necesarias precauciones, la reintroducción de especies autóctonas. • Plantearse la posibilidad de hacer traslocación de ejemplares de especies nativas de lugares cercanos o con características similares, con las consideraciones éticas necesarias. • Creación de infraestructuras verdes para la nidificación de aves acuáticas, como islas flotantes, islas fijas o plataformas nido (que también pueden usarse como posaderos para descanso). Se debe prevenir la excesiva concentración de aves, cuyos excrementos pueden eutrofizar las aguas y nitrificar el suelo, alterando la vegetación natural. • Colocar un cerramiento perimetral para evitar el acceso de depredadores silvestres o asilvestrados (para más detalles, véase Rivero Reyes et al. 2015). • Colocar conchas marinas en el suelo facilita la construcción de nidos, así como provee de calcio en la nutrición de las aves. • Dejar palitos pequeños con forma de Y ayuda también a la construcción de nidos.
Microorganismos • Recuperar el circuito hidráulico de la salina. • Controlar el acceso y el asentamiento de especies invasoras, potenciales vectores de (nuevos) microorganismos patógenos.
Paisaje • Instalar miradores y observatorios. • Señalizar elementos y lugares de interés paisajístico. • Instalar paneles de interpretación del paisaje para el público visitante. • Disimular elementos que causen un impacto en la cuenca visual, mediante pantallas vegetales, paneles informativos, etc. • Integrar cerramientos, cancelas y otras infraestructuras con el paisaje, usándose en la medida de lo posible materiales naturales y siguiendo el estilo arquitectónico local.
Medio humano
Patrimonio cultural • Proteger, reparar o rehabilitar aquellos elementos de interés patrimonial, especialmente aquellos esenciales para el mantenimiento de la funcionalidad de la salina (balsas, canales, caminos, almacenes). • Planificar los posibles usos (ya sean tradicionales o nuevos) del patrimonio cultural para que no interfieran con la conservación de los valores naturales de la salina. • Formar a nuevo personal salinero, para mantener el oficio vivo.
Medio socioeconómico • Captar iniciativas de emprendimiento local y eventualmente formar a futuros emprendedores. • Buscar empresas con interés en desarrollar productos y servicios asociados a la salina. • Regular las actividades de uso público que se realicen en las salinas. • Crear programas de información y educación para el público visitante (escolares y adultos). • Promover la participación y buscar el consenso con los agentes sociales que operan en el entorno. • Promover el voluntariado local y la ciencia ciudadana para desarrollar las acciones de conservación. • Ofrecer formación / reconversión para futuro personal de las salinas para garantizar el relevo generacional. Se pueden ver detalles sobre la técnica de producción artesanal de sal en consonancia con la conservación de las salinas en los pliegos técnicos de Aprosela (2008) y Nature et Progrès.

Tabla 14: Recomendaciones para la gestión y el seguimiento

Medio abiótico	
Suelo	- Evitar el uso de maquinaria pesada sobre caminos, taludes, diques y balsas para prevenir la compactación del suelo. En caso de necesidad, emplear neumáticos adecuados para minimizar el impacto. - No almacenar residuos ni productos químicos en las proximidades de la zona de almacenamiento de sal ni en zonas de interés natural. - Prohibir el vertido de escombros y residuos sólidos en toda la instalación. - Contratar un gestor autorizado de residuos para su adecuada retirada y tratamiento. - Pavimentar las zonas de maniobra de los vehículos, para que tengan suficiente amplitud para la carga y descarga y para permitir la adecuada evacuación de las aguas pluviales, que no deberán descargarse en las balsas salineras o en el suelo desnudo. - Los residuos deben ser recogidos y tratados por un gestor autorizado. - En caso de existir actividad cinegética en la zona, vigilar que no caigan perdigones de plomo en el suelo o en las balsas. - Con el fin de optimizar recursos y minimizar la generación de residuos, se recomienda la minimización de materiales de embalaje, la optimización de materiales mediante técnicas de ecodiseño, la elección de materiales de embalaje biodegradables y de escasa complejidad y toxicidad, que favorezcan su separación y reciclaje. En la medida de lo posible, se recomienda utilizar materiales reciclados. - Colocar un vallado perimetral que impida el paso descontrolado de personas y animales.
Aire	- Evitar el uso de maquinaria ruidosa en las zonas de cría de aves cuando esta tenga lugar, salvo causa de fuerza mayor (reparaciones urgentes, etc.). - Evitar la producción innecesaria de polvo en las inmediaciones de la zona de producción, mediante la conducción prudente de vehículos. - Evitar plantar gramíneas y árboles en las cercanías de las balsas de cristalización, sobre todo a barlovento. Se pueden buscar especies que no suelten mucha materia seca. - Evitar tener extensiones de tierra desnuda o arena en la cercanía de las balsas de cristalización. Para ello se puede regar o compactar el suelo. - Instalar pantallas vegetales para la captura de polvo y microplásticos, con cuidado de no alterar la ventilación necesaria para la producción de sal y con cuidado de que los restos vegetales no caigan sobre las balsas de cristalización.
Agua	- Las infraestructuras que estén en contacto con la salmuera deben ser construidas con materiales naturales (madera, barro, piedra natural), evitándose el uso de metales o materiales mixtos de difícil caracterización. Se debe evitar el uso de plástico (por su rápida degradación en contacto con la sal y la radiación UV), permitiéndose solo el de uso alimentario. - Comprobar que la maquinaria o las herramientas que estén en contacto con la salmuera o la sal estén en buen estado (sin corrosión o pérdidas de combustible, aceite, etc.). El lubricante debe ser el de uso en la industria alimentaria. - Impartir formación a la plantilla para mantener buenas prácticas de higiene en la recolección y manipulación de la sal y la salmuera, en cualquiera de sus fases (véase Aprosela 2008 para unas indicaciones más detalladas). - Monitorizar la calidad del agua, en especial, la presencia de patógenos (p. ej., por vertidos de aguas residuales urbanas), tóxicos (p. ej., por vertidos de aguas residuales industriales) o exceso de nutrientes (p. ej., por escorrentía agrícola). - Mantener los niveles de agua de acuerdo con las necesidades de conservación, por un lado (véase Costa <i>et al.</i> 2016, Symes & Robertson 2004 y, para las salinas de interior, también Hueso Kortekaas, en Godet & Ménanteau 2014), y con los requerimientos de producción, por otro. - Asegurar que los niveles de salinidad y otros parámetros físicoquímicos (otras sales, turbidez, nutrientes, oxígeno disuelto, pH, temperatura) para cada grupo de balsas sean no solo adecuados para la producción de sal sino para el mantenimiento de la red trófica. - Se seguirán las recomendaciones generales en Davis (2001) para un adecuado manejo del agua, la funcionalidad del ecosistema y la biodiversidad que alberga, para una formación de cristales de calidad. - Vigilar que en la zona no haya estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR o vertidos incontrolados al agua desde tierra adentro, litoral o buques), que pudieran entrar en contacto con la que se vierte a la salina. - Evitar la permanencia o el traslado de ganado u otros animales por las instalaciones de las salinas. - Para las instalaciones de almacenamiento, oficinas y otros espacios de interior, utilizar productos de limpieza ecológicos.
Medio biótico	
Flora	- Cuidar los hábitats y la flora que estén recogidos como vulnerables o prioritarios según la normativa europea, nacional y regional, mediante la adecuada gestión de niveles de agua, designación de lugares de paso de trabajadores y maquinaria. Se recomienda consultar el trabajo de Costa <i>et al.</i> 2016). - En caso de existir pastos o junto a la salina, acordar los momentos y lugares de pastoreo con los ganaderos para evitar pisoteo y contaminación de la salina. El pastoreo puede ser a su vez beneficioso para el control de gramíneas y reducir la dispersión de paja que afecte a la limpieza de la sal (véanse detalles en Stumberger <i>et al.</i> 2008). - Gestionar las especies invasoras de flora es esencial para el mantenimiento del equilibrio del ecosistema. Para su manejo y adecuada eliminación, se recomienda consultar a Costa <i>et al.</i> 2016) y Pinho y Lourenço (en Godet & Ménanteau 2014). - Para el desbroce y manejo de la vegetación, solo se permiten métodos manuales o mecánicos, nunca químicos. - Las masas de vegetación y especies de flora identificadas como de interés prioritario (Directiva Hábitats) o vulnerables (Libros Rojos) deberán señalizarse para conocimiento del personal trabajador y otras personas que puedan acceder a ellos. - Monitorizar la ocupación del hábitat por las especies de interés de conservación y por las invasoras, para tomar medidas correctoras con la mayor agilidad posible.

Tabla 14: Recomendaciones para la gestión y el seguimiento (cont)

Fauna
- Respetar los lugares y épocas de nidificación de las aves que estén recogidas como vulnerables o prioritarias según la normativa europea, nacional y regional. Para compatibilizar la gestión de las áreas y épocas de nidificación con los procesos de producción de sal, se recomienda consultar, entre otros, a Costa (<i>et al.</i> 2016). - Para el control de especies invasoras, en especial la gaviota patiamarilla (<i>Larus michahellis</i>), especie abundante en el Mediterráneo, oportunista y de comportamiento agresivo, se recomienda consultar a Costa (<i>et al.</i> 2016), Serra (<i>et al.</i> 2016) y Belmonte Serrato (<i>et al.</i> 2022). - Cuidar los hábitats de invertebrados y otra fauna, mediante la adecuada gestión de niveles de agua y vegetación, para lo cual se recomienda consultar el trabajo de Herbert y Bamber (en Godet & Ménanteau 2014). - La gestión de especies invasoras de fauna es esencial para el mantenimiento del equilibrio del ecosistema. Para su manejo y adecuada eliminación, se recomienda consultar a Costa (<i>et al.</i> 2016) y Serra (2016). - Cubrir el suelo de canales y bordes de balsas con lodos de las balsas, que por su composición rica en sulfatos y carbonatos permite controlar el crecimiento excesivo de la vegetación y reducir la presencia de especies nitrófilas. - Para el control de plagas (p. ej., mosquitos), solo se permite el uso de plaguicidas ecológicos, que sean compatibles con la producción de alimentos y con la conservación de especies entomológicas autóctonas. - No se debe practicar la caza con perdigones de plomo en ningún lugar donde estos puedan caer en —o deslizarse hacia— las aguas que alimentan la salina. - Instalar vallado perimetral para impedir el acceso de ganado o animales domésticos asilvestrados a la zona de producción o a las zonas de nidificación, descanso y alimentación de especies silvestres. - Los espacios de nidificación, campeo y descanso de las aves y otras de fauna identificadas como de interés prioritario (Directiva Hábitats) o vulnerables (Libros Rojos) deberán señalizarse para conocimiento de las personas trabajadoras y otras que puedan acceder a ellos. - Monitorizar la ocupación del hábitat por las especies de interés de conservación y por las invasoras, para tomar medidas correctoras con la mayor agilidad posible. - Para evitar la nidificación de aves invasoras, se pueden instalar cables a pocos centímetros del suelo, colocar espantapájaros tradicionales, muñecos hinchables de colores vivos o que imitan a sus predadores. Otra alternativa son punteros láser, dirigidos hacia las aves que uno desea espantar, emitir sonidos que imitan vocalizaciones de alarma, detonar gases que producen ruido. Para dispersar a las aves, se pueden usar perros, halcones o drones. Se desaconseja el uso de venenos o drogas para reducir el éxito reproductivo de las colonias, por las posibles consecuencias en el resto de la red trófica. Para ver más detalles, consúltase Serra (<i>et al.</i> 2016) y estúdiense cada caso con atención a las necesidades y la normativa específicas del lugar.
Microorganismos
- Mantener los niveles de agua y el circuito hidráulico activos, para preservar la composición y calidad del agua de la salina. Véase David (2001) para entender la importancia de esos niveles en el funcionamiento del ecosistema de la salina. - Mantener los niveles de salinidad adecuados en cada grupo de balsas. - Impedir la entrada de vertidos, materia orgánica y otros contaminantes a la salina.
Paisaje
- Dada la consideración patrimonial del paisaje, preservar en la medida de lo posible su coherencia y valor estético. Para ello se debe evitar depositar residuos, chatarra, etc., en lugares visibles y se deben integrar los elementos e infraestructuras necesarios para la actividad salinera en el paisaje. - Mantener, en la medida de lo posible por parte de la empresa, un equilibrio entre los componentes visuales, estructurales, ecológicos y culturales del paisaje.
Medio humano
Patrimonio cultural
- Proteger los elementos patrimoniales según lo establecido por la normativa local, regional y nacional que le resulte de aplicación. - Custodiar y salvaguardar elementos patrimoniales de valor (archivos, maquinaria, herramientas, imágenes), así como el conocimiento salinero tradicional (registro documental), para una posible puesta en valor en el futuro.
Medio socioeconómico
- Ofrecer formación permanente en todos los aspectos de interés para la conservación y puesta en valor del patrimonio natural y cultural de la salina. - Crear oportunidades para las sinergias entre iniciativas del territorio que tengan interés en la salina. - Promover un foro permanente de participación para los agentes sociales del territorio. - Promover el asociacionismo entre salineros y el contacto con trabajadores de otras salinas. - Velar por el bienestar de las personas empleadas, mediante las herramientas de gestión de recursos humanos que estén al alcance de la empresa, para apoyar su continuidad. - En la medida de lo posible, seleccionar a proveedores y socios locales, para todos los productos y servicios de la salina. - Fomentar el voluntariado para desarrollar acciones de conservación y mantenimiento de las salinas. - Formar a educadores, intérpretes de la naturaleza y guías turísticos de la zona para dar a conocer los valores de la salina. - Favorecer la participación en ferias, eventos y mercados locales para dar a conocer los productos y servicios de la salina a escala comarcal (sin menoscabo de las decisiones comerciales de la empresa). - Promover un sistema de certificación de la sal que contribuya a su competitividad (véase Hueso-Kortekaas 2022 para más detalles).

4.3 LAGUNAS DE CONOCIMIENTO EN RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Pese a la experiencia de más de dos décadas en la restauración ecológica de salinas, quedan aún algunas lagunas por resolver y otras por conocer. Este informe ha ido tratando algunas de ellas. Las recomendaciones más relevantes pueden resumirse como sigue:

- Enfocar los proyectos de restauración ecológica desde la funcionalidad del ecosistema y no centrar los esfuerzos únicamente en la conservación de especies emblemáticas (aves, fartet) o la eliminación de especies invasoras. Los invertebrados acuáticos y los microorganismos son grupos taxonómicos esenciales en una salina y, pese a ello, reciben una atención significativamente más escasa.
- Debe haber continuidad en el seguimiento de proyectos europeos. El énfasis está en la difusión durante la vida del proyecto, pero, al finalizar, desaparece su rastro. Las iniciativas pos-LIFE, por ejemplo, son un buen intento, pero difíciles de mantener, dada la dificultad para obtener fondos.
- Pese a la amplia experiencia que existe en la restauración ecológica de salinas tradicionales, da la impresión de que cada proyecto empieza desde cero, con escaso aprovechamiento de las experiencias ajenas. Se debería fomentar el trabajo en red y la creación de oportunidades de intercambio de experiencias. Entre ellas, deberían destacarse no solo los éxitos, sino especialmente los fracasos. Los mejores aprendizajes están en las acciones que han fallado, pues sobre ellas se suele reflexionar más.
- El trabajo en red debería hacerse también en el ámbito geográfico, para facilitar la conectividad entre hábitats restaurados. Esto funcionaría mejor aún si el acento está en la recuperación del ecosistema y no solo de las especies emblemáticas que lo habitan.
- Sería útil crear un sistema universal de indicadores de fácil aplicación para determinar la viabilidad y, en su caso, el grado y tipo de intervención que requiere una salina deteriorada. España, con más de 700 salinas en estado de abandono, ruina o incluso desaparecidas, necesita poder seleccionar con criterios científicos las prioridades de restauración. Hasta ahora estos han sido oportunistas.
- Escasa o nula permeabilidad entre la práctica y la ciencia. Son muy pocos los estudios científicos que reflejan los resultados de las acciones de restauración financiadas, sobre todo, por la UE. Y, viceversa, los estudios científicos raramente tienen su reflejo en manuales y directrices que estos proyectos publican.
- Escasa conexión entre proyectos de rehabilitación patrimonial y restauración ecológica, más allá del reconocimiento de la necesidad de recuperar el circuito hidráulico. Falta entre los gestores una mirada holística e integradora de todos los valores de una salina: naturales, culturales y humanos. Se debe evitar así el sesgo en un sentido o en otros, con lo que se correría el riesgo de convertir una salina tan solo en un espacio natural fosilizado o en un museo al aire libre.
- Es necesario reforzar la idea de que el desarrollo socioeconómico local sostenible es beneficioso para la conservación, en lugar de verlo como un mal necesario. Igualmente, se debe seguir insistiendo en que la conservación de los recursos naturales no es una limitación a la actividad humana —otro mal necesario—, sino una garantía de salud, soberanía alimentaria y resiliencia a largo plazo.
- La valoración cuantitativa de los servicios ecosistémicos de las salinas, tanto abandonadas como en proceso de recuperación y ya en pleno rendimiento, sería una herramienta muy útil para financiar las acciones de restauración, tanto propias como de otras salinas en el futuro.
- Incrementar el grado de conocimiento del público no solo con acciones de concienciación o educación, sino promoviendo su participación en todos los niveles del proyecto. Su contribución desde la ciencia ciudadana no solo facilita el trabajo, sino que incrementa la calidad de su concienciación a largo plazo.
- Sería interesante conocer iniciativas de recuperación —o incluso de simple supervivencia— de salinas tradicionales en otras partes del mundo. La falta de recursos, por un lado, y el arraigo de la comunidad local, por otro, pueden llevar a soluciones creativas que en esta región (Europa y el Mediterráneo) tal vez no sean tan comunes.

- La creación de sistemas estandarizados de monitorización y seguimiento, mediante indicadores comunes, sería de gran ayuda para agilizar y abaratar procesos de restauración ecológica.
- Calcular con precisión la captura de CO₂ de una salina en funcionamiento permitirá conocer la influencia real que tienen estas en la mitigación del cambio climático. Entre la información que tener en cuenta, está el rol de los sedimentos y dragados para conservar el sumidero de carbono.

5. RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SALINAS ABANDONADAS EN ESPAÑA

5.1 PASOS PREVIOS

La restauración ecológica de una salina puede hacerse en un espacio abandonado (es decir, que ya no produce sal, pero donde es posible recuperar la funcionalidad del ecosistema salino) o en una salina operativa (en cuyo caso se trata de mejorar la funcionalidad del ecosistema). En la figura 11 se indican los pasos a seguir según el tipo de propiedad, el estado en el que se encuentra el bien y lo que se pretenda acometer en la salina.

El estado del bien

Antes de iniciar un proceso de restauración ecológica es necesario:

- Identificar la propiedad del bien y en qué condiciones se encuentra (en caso de no partir la iniciativa del mismo propietario)
- Identificar si el bien se encuentra en un espacio natural protegido
- Identificar si el bien es o contiene un bien cultural protegido

a. Identificación de la propiedad

Para poder intervenir en un humedal o antigua salina, lo preferible es tener el control de su manejo. Si se trata de una iniciativa que parte del propietario del bien, no es necesario dar este paso. En caso contrario, adquirir el espacio en propiedad sería lo ideal, pero si esto no es posible, conviene acordar con la propiedad la gestión que se va a realizar en él a largo plazo.

Si la propiedad no es conocida, hay que identificarla mediante una búsqueda de datos en el **Catastro** o en el **Registro de la Propiedad** del municipio en el que se encuentra la finca.

b. Espacio natural protegido

Se debe comprobar en la cartografía de la comunidad autónoma si alguna parte del bien se encuentra dentro de los límites de un espacio natural protegido (Reserva Natural, Parque Natural, Parque Regional, Microrreserva, Red Natura 2000, etc.). Si es así, se debe consultar si existe algún documento de planificación para ese espacio (Plan de Ordenación de los Recursos Naturales, Plan Rector de Uso y Gestión, Plan de Gestión, Plan de Desarrollo Sostenible). En algunos casos, las salinas han sido declaradas patrimonio geológico (Geoparque, Lugar de Interés Geológico), pero no existe normativa específica para este tipo de figuras y conviene consultar a la autoridad competente en medio natural.

Si la salina se encuentra total o parcialmente en un espacio natural protegido, es necesario contar con el visto bueno de la autoridad competente para trabajar en él.

c. Bien cultural protegido

Siendo las salinas una construcción humana, es habitual que se encuentren total o parcialmente protegidas desde el punto de vista cultural: ya se preserve alguno de los bienes inmuebles (almacenes, molinos) o el conjunto salinero en su

totalidad. Es necesario consultar a la autoridad competente en materia de patrimonio si es el caso y de qué partes de la salina se trata.

Si la salina es o contiene un bien cultural protegido, es necesario contar con el visto bueno de la autoridad competente para trabajar en ella.

¿Qué tipo de restauración ecológica se planea realizar?

Por otro, se debe decidir si se desea:

- Hacer una restauración ecológica
- Hacer una restauración ecológica y cultural
- Desarrollar una actividad económica en el bien a restaurar

La restauración ecológica tiene como fin recuperar la funcionalidad del ecosistema, de manera que sus valores biológicos se mantengan. La restauración ecológica y cultural implica también la recuperación de los valores patrimoniales, por lo general tangibles, del bien. Si además se desea desarrollar una actividad económica, se recuperan también los valores patrimoniales intangibles y se fomenta el empleo local. Esta última opción parece la más coherente desde el punto de vista de la restauración de una salina, pues es un tipo de construcción pensada para la producción de sal y cuyos valores naturales dependen de un adecuado manejo de las instalaciones. Igualmente, es la opción más sostenible, pues fomenta la resiliencia de los sistemas biológico y social que tan unidos se encuentran en este tipo de ambiente. Sin embargo, no siempre es posible o deseable acometer una restauración tan completa (por falta de recursos económicos, técnicos o de cualquier otra índole) y realizarla de forma parcial siempre será mejor que no hacerla.

5.2 ACUERDO CON LA PROPIEDAD

Propiedad privada

Si la salina es de propiedad privada, se puede valorar un acuerdo de custodia, siendo los más típicos el alquiler o la cesión a cambio de ciertos compromisos de mantenimiento o mejora del espacio a medio plazo. Los sistemas de custodia del territorio son muy diversos y están pensados para este tipo de espacios naturales (Basora & Sabaté 2006, Sabaté *et al.* 2013, Ruiz Salgado & Navarro Gómez 2016, Masó *et al.* 2018, Ruiz Salgado *et al.* 2018). Cuanto más detallado sea el acuerdo y mayor su duración, mejores serán los beneficios a largo plazo.

Propiedad pública

Si el bien se encuentra en el dominio público marítimo-terrestre, es necesario solicitar concesión de uso de este a la autoridad competente (Dirección General de Costas del Ministerio de Transición Ecológica). Por un lado, en el caso de que la entidad encargada de la restauración no pretenda ir más allá de la intervención ecológica o cultural, se puede solicitar la concesión directa; por otro lado, en caso de que además se vaya a realizar algún tipo de actividad económica, la concesión de uso se someterá a concurso por concurrencia competitiva.

Cuando el bien se encuentra en el dominio público-hidráulico es igualmente necesario solicitar la concesión de uso, en este supuesto, a la confederación hidrográfica correspondiente.

Si el bien se encuentra fuera de dominio público, se debe llegar a un acuerdo específico con la entidad propietaria. Por lo general, se manejan dos tipos de acuerdo: (con)cesión o alquiler.

En todos los casos, se debe consultar con la entidad las condiciones de alquiler, uso o cesión para sus propiedades. Para ello es importante prestar atención a:

- Plazos de ejecución de trabajos
- Procesos sometidos a concurso público
- Duración máxima de los acuerdos
- Condiciones económicas
- Compromisos de divulgación, comunicación y educación de las acciones realizadas
- Posibles incompatibilidades con otras actividades, activismo, etc.

5.3 SIGUIENTES PASOS

Normativa

Es imprescindible identificar la **normativa nacional, autonómica y municipal** que afecta al espacio. Los aspectos más relevantes de la restauración ecológica y su normativa nacional de referencia se muestran en la tabla 15, en el orden en que se deben tramitar.

Tabla 15: Normativa más relevante para la restauración ecológica o ecológica y patrimonial de una salina abandonada

Orden	Aspecto	Norma(s) de referencia
1a	Concesión de uso para la ocupación del dominio público marítimo-terrestre (DPMT)	Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas
1b	Concesión de uso para la ocupación del dominio público hidráulico	Real Decreto 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH).
2	Concesión minera en vigor	Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas
3	Acciones de conservación y restauración en el medio natural	Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes
4	Condición de espacio natural protegido (Parque Natural, Parque Regional, Reserva Natural, Red Natura 2000, otros)	Según el tipo de espacio: Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG), Plan de Desarrollo Sostenible (PDS), Plan de Gestión
5	Protección del patrimonio cultural y posible condición de Bien de Interés Cultural (BIC)	Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español
6	Actividad económica en el medio rural	Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural.

Dado que, en la mayoría de los casos, la autoridad competente en cada uno de estos aspectos es la comunidad autónoma, se debe consultar a esta el cumplimiento de las normas y de sus equivalentes autonómicos. En cuanto a la normativa municipal, es importante conocer los planes de urbanismo local y la categoría del suelo sobre el que se encuentra el bien. A escala nacional, la ordenación del territorio está regulada por el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

En la tabla 16 se indican qué pasos se deben dar para cada uno de los posibles supuestos (estado de la salina, tipo de propiedad y tipo de restauración).

Tabla 16: Guía de los pasos administrativos indicados en la tabla 15 según estado de la salina, tipo de propiedad y tipo de intervención

Estado de la salina	Abandonada	Operativa*
Restauración ecológica		
En propiedad	2, 3, (4, 5)	3, (4, 5)
Propiedad privada	2, 3, (4, 5)	3, (4, 5)
Propiedad pública (fuera de dominio público)	2, 3, (4, 5)	3, (4, 5)
Propiedad pública en DPMT o DPH	1, 2, 3, (4, 5)	1, 3, (4, 5)
Restauración ecológica y patrimonial		
En propiedad	2, 3, (4), 5	3, (4), 5
Propiedad privada	2, 3, (4), 5	3, (4), 5
Propiedad pública (fuera de dominio público)	2, 3, (4), 5	3, (4), 5
Propiedad pública en DPMT o DPH	1, 2, 3, (4), 5	1, 3, (4), 5
Restauración ecológica y patrimonial con actividad económica		
En propiedad	2, 3, (4, 5), 6	3, (4, 5), 6
Propiedad privada	2, 3, (4, 5), 6	3, (4, 5), 6
Propiedad pública (fuera de dominio público)	2, 3, (4, 5), 6	3, (4, 5), 6
Propiedad pública en DPMT o DPH	1, 2, 3, (4, 5), 6	1, 3, (4, 5), 6

*Produce sal y otros subproductos o tiene posibilidad de hacerlo sin cambios significativos en las instalaciones.

Números entre paréntesis: pasos que dar si la salina está en un espacio o bien protegido.

En general, será necesario disponer de las siguientes autorizaciones:

- Licencia municipal de obras
- Licencia municipal de actividad socioeconómica de la entidad que ejecuta el plan y, si es el caso, de la entidad que luego operará en el lugar
- Autorizaciones ambientales (local y regional)
- Autorización de actuación sobre el patrimonio cultural, si aplica
- Autorizaciones sectoriales, en su caso (industria, costas, pesca...)
- Concesión minera, si se pretende producir sal

Dada la diversidad de competencias que se aplica en proyectos complejos de restauración ecológica, es aconsejable iniciar conversaciones con las diferentes entidades implicadas (Estado, comunidad autónoma, ayuntamiento), así como con los responsables de las diferentes áreas sectoriales (medio natural, patrimonio cultural, industria, desarrollo rural...). Con estas conversaciones y visitas de campo a la salina se agilizan significativamente los trámites.

5.4 COSTES

En la fase de planificación, será necesario elaborar una memoria del proyecto, que deberá incluir la justificación, el marco normativo, las acciones previstas, un plan de obra o cronograma, un estudio de impacto ambiental o similar (según lo que se exija en cada caso), un estudio geotécnico, un plan de prevención de riesgos y un plan de gestión de riesgos en la ejecución del proyecto. Debe ir acompañada de planos (generales, de detalle, de situación, de las acciones, de zonificación) y de un presupuesto que incluya mediciones, precios unitarios y precios globales (Rivero Reyes *et al.* 2015, Nelson *et al.* 2024).

Amén de los costes propios de los trabajos de conservación y restauración, se han de presupuestar las tasas para cada permiso o autorización, incluyendo los servicios técnicos necesarios para su obtención (arquitectura, ingeniería, topografía, geología). Algunos que considerar son:

- Cánones y fianzas para las concesiones de uso y otro tipo de autorizaciones administrativas (en el caso del DMHT, es el 2 % del presupuesto de las obras o instalaciones previstas)
- (Ante)proyecto de obra y su correspondiente visado por el colegio profesional
- Licencia municipal de obras
- Autorización ambiental (en su caso)
- Tasas de recogida y gestión de residuos
- Impuesto de actividades económicas (si se desarrolla alguna en el espacio)
- Seguridad social del personal contratado
- Plan de prevención de riesgos laborales
- Seguros de accidentes y responsabilidad civil

A ello hay que añadir los posibles avales bancarios para demostrar la solvencia necesaria para ejecutar los trabajos.

Durante la fase de implementación es importante mantener un registro de las acciones que se están desarrollando, para detectar posibles desviaciones del plan, desajustes en el presupuesto, necesidades de personal, material o de otro tipo que no se hayan previsto. Se debe llevar también un registro de proveedores para poder acudir a ellos si falla algún aspecto relacionado con su intervención o simplemente hay necesidad de acudir a ellos de nuevo. Todos los trabajos se realizarán con el necesario control de gastos, mediante contratos, albaranes y facturas.

5.5 FINANCIACIÓN

De cara a la financiación de los proyectos de restauración, amén de incorporar todos los costes indicados arriba, se recomienda calcular de forma cuantitativa, a corto y largo plazo, el valor monetario de los servicios ecosistémicos que se van a recuperar. También se pueden incorporar a ese cálculo los gastos que no se van a producir por la mitigación del riesgo de desastres (por ejemplo, por inundaciones) que se consigue al tener un ecosistema funcional. Por último, se puede estimar la captura de carbono que se va a conseguir y, con ello, participar en los mercados de emisión de bonos de carbono (Segura *et al.* 2018).

6. REFERENCIAS

En esta sección se detalla, en primer lugar, la bibliografía utilizada en el texto. A continuación, se presentan en un listado específico las referencias recogidas en los muestreos de portales científicos. En tercer lugar, se indican los manuales prácticos, directrices y otras publicaciones que ofrecen recomendaciones prácticas sobre restauración ecológica de salinas, algunas de las cuales se mencionan también en el resto del texto. Finalmente, se incluye una relación de páginas web de proyectos y entidades que son de especial relevancia para este documento. Para evitar repeticiones, cada referencia se cita una sola vez y se inserta en la sección que mejor le corresponde, aunque se cite en diversas ocasiones en este texto.

6.1 TRABAJOS GENERALES CITADOS EN ESTE INFORME

- Abad Espinoza, L. G. (2019). The rethinking and enhancement of the natural and cultural heritage of the cultural landscapes: the case of Sečovlje and Janubio saltpans. *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 17(4), 671–693.
- Abellán, P., Sánchez-Fernández, D., Velasco, J. & Millán, A. (2004). *Selección de áreas prioritarias de conservación en la provincia de Albacete utilizando los coleópteros acuáticos*. Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”, Albacete.
- Adam, P. (2002). Saltmarshes in a time of change. *Environmental conservation*, 29(1), 39–61.
- Adams, J. B., Raw, J. L., Riddin, T., Wasserman, J., y Van Niekerk, L. (2021). Salt marsh restoration for the provision of multiple ecosystem services. *Diversity*, 13(12), 680.
- Alegre, J. (1994). *Salinas de Villafáfila. El último refugio*. Ed. Edilesa, León.
- Alonso Vargas, M. A., Ghezlaoui, B.-E. y Juan Gallardo, A. (2014). *Ecología de halófitos en hábitats mediterráneos*. Universidad de Alicante, Alicante.
- Álvarez, M., Gonzales, J. L., y Gonzales, A. (2017). *Recopilación e identificación de acciones de restauración ecológica en humedales españoles*. Terra Naturalis. Madrid.
- Amat, F., Hontoria, F., Navarro, J. C., Gozalbo, A., y Varo, I. (1991). *Bioecología de Artemia (Crustácea, Branchiopoda) en la laguna de La Mata, Torrevieja, Alicante*. Instituto de Torre de la Sal (CSIC), Castellón.
- Arias, A. (2014). *Atlas de fauna acuática de las salinas de la Bahía de Cádiz*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.
- Arias, A. y Drake, P. (1999). *Flora acuática de las salinas del parque Natural de la Bahía de Cádiz*. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Aubert, G., McDonald, H., y Scholl, L. (2022). *How much will the implementation of the Nature Restoration Law cost and how much funding is available? Think Sustainable Europe Network policy briefing*. IEEP y Ecologic Institute, Bruselas.
- Bakker, J. (2012). Restoration of salt marshes. En: Van Andel, J., y Aronson, J. (Eds). *Restoration ecology: the new frontier*. John Wiley & Sons, Oxford, pp. 248–264.
- Ballester, R. (2003). *El componente vegetal de los humedales de la Región de Murcia: Catalogación, evaluación de la rareza y propuestas de medidas para su conservación*. Dirección General del Medio Natural, Región de Murcia, Murcia.
- Ballesteros, G., Zamora, A., Zamora, J. M., Sallent, A., Hernández, A., Robledano, F., y Fuentes, A. (2021). *Atlas de las aves acuáticas del Mar Menor y humedales de su entorno*. Natursport, Murcia.
- Ballesteros-Pelegrín, G. A., García-Marín, R., Ibarra-Marinas, D., Sánchez-Balibrea, J., Belmonte-Serrato, F., Zamora-López, A., ... y Martínez-Arnal, N. (2022). Actions for the Conservation and Restoration of the Dunes and Wetlands in the Salinas of San Pedro del Pinatar: LIFE-Salinas Project (Murcia, Southeast of Spain). *Eng*, 3(4), 387–399.
- Basora, X., y Sabaté, X. (2006). *Custodia del territorio en la práctica. Manual de introducción a una nueva estrategia participativa de conservación de la naturaleza y el paisaje*. Xarxa de Custodi del Territori y Fundació Territori i Paisatge, Caixa Catalunya, Barcelona.
- Berkowitz, H. (2020). *Participatory governance for the development of the Blue Bioeconomy in the Mediterranean region*. PANORAMED Governance Platform, Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Billah, M. M., Bhuiyan, M. K. A., Islam, M. A., Das, J., y Hoque, A. R. (2022). Salt marsh restoration: an overview of techniques and success indicators. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(11), 15347–15363.
- Bromberg-Gedan, K., Silliman, B. R., y Bertness, M. D. (2009). Centuries of human-driven change in salt marsh ecosystems. *Annual review of marine science*, 1(1), 117–141.
- Calvo, J. F. y Iborra, J. (1986). *Estudio ecológico de la Laguna de La Mata*. Instituto de Estudios Juan Gil-Albert, Alicante.

- Campbell, A. D., Fatoyinbo, L., Goldberg, L., y Lagomasino, D. (2022). Global hotspots of salt marsh change and carbon emissions. *Nature*, 612(7941), 701-706.
- Carrasco, J.-F. y Hueso, K. (Coords.) (2008). *Los paisajes ibéricos de la sal. 1. Las salinas de interior*. Asociación de Amigos de las Salinas de Interior, Guadalajara.
- Castagno, K. A. (2018). Salt marsh restoration and the shellfishing industry: co-evaluation of success components. *Coastal Management*, 46(4), 297-315.
- Cirujano, S., y Medina, L. (2002). *Plantas acuáticas de las laguna y humedales de Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo.
- Cirujano, S. (2016). *Las plantas del saladar*. Fundación Global Nature, Madrid.
- Cirujano, S., Meco, A., García, P., y Chirino, M. (2014). *Flora acuática española. Hidrófitos vasculares*. Real Jardín Botánico CSIC, Madrid.
- Comín, F. (2014). *Manual de restauración de humedales en cuencas agrícolas*. Comarca de Los Monegros, Sariñena.
- Comisión Europea (2003). *Manual de interpretación de los hábitats de la Unión Europea, Versión EUR25*. Dirección General de Medio Ambiente, Bruselas.
- Conesa, J. A., Castañeda, C., y Pedrol, J. (2011). *Las saladas de Monegros y su entorno. Hábitats y paisaje natural*. Consejo de la Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza.
- Cook, J., y Taylor, R. (2020). *Nature is an economic winner for COVID-19 recovery*. World Resources Institute, Washington DC.
- Costa, M., Borghesi, F., Casini, L., Fidlóczy, Z., y Migani, F. (2016). *Guidelines for the environmental management of the Mediterranean and Black Sea saltworks (Management model) in the Natura 2000 network*. Life MC Salt, LIFE10NAT/IT/000256.
- Crisman, T. L., Takavakoglou, V., Alexandridis, T., Antonopoulos, V., y Zalidis, G. (2009). Rehabilitation of abandoned saltworks to maximize conservation, ecotourism and water treatment potential. *Global NEST Journal*, 11(1), 24-31.
- Curado, G., Manzano-Arrondo, V., Figueroa, E., y Castillo, J. M. (2013). Public perceptions and uses of natural and restored salt marshes. *Landscape Research*, 39(6), 668-679.
- Davidson, N. C., Van Dam, A. A., Finlayson, C. M., y McInnes, R. J. (2019). Worth of wetlands: revised global monetary values of coastal and inland wetland ecosystem services. *Marine and Freshwater Research*, 70(8), 1189-1194.
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., y Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics*, 41(3), 393-408.
- De la Cruz, M. (2009). 1510 Estepas salinas mediterráneas (*Limonietalia*) (*). En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 78 p.
- De Wit, R., Vincent, A., Foulc, L., Kleszczewski, M., Scher, O., Loste, C., ... y Boutron, O. (2019). Seventy-year chronology of Salinas in southern France: Coastal surfaces managed for salt production and conservation issues for abandoned sites. *Journal for nature conservation*, 49, 95-107.
- Díaz-Almela, E., Piñeiro-Juncal, N., Marco-Méndez, C., Giral, S., Leiva-Dueñas, C., y Mateo, M. A. (Coords) (2019). *Carbon stocks and fluxes associated to Andalusian saltmarshes*. Deliverable C2.2, Project LIFE Blue Natura (LIFE14CCM/ES/000957). Group of Aquatic Macrophyte Ecology CEAB-CSIC, Blanes.
- Durham, E., Baker, H., Smith, M., Moore, E., y Morgan V. (2014). *The BiodivERsA Stakeholder Engagement Handbook*. BiodivERsA, París.
- EEA (2019). European Environment 2020 Outlook. European Environment Agency, Copenhagen.
- Escudero, A. (2009). 1520 Vegetación gipsícola mediterránea (*Gypsophiletalia*) (*). En: VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 78 p.
- Espinar, J. L. (2009a). 1310 Vegetación halonitrófila anual sobre suelos salinos poco evolucionados. En: VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 70 p.

- Espinar, J. L. (2009b). 1410 Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*). En: VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 77 p.
- Espinar, J. L. (2009c). 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*). En: VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*, 96 p. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- EU (2017). *Linking Natura 2000 and cultural heritage. Case studies*. Unión Europea, Bruselas.
- EU (2020). *The EU Interreg programme in support of Natura 2000 and biodiversity (2000-2020)*. Unión Europea, Bruselas.
- EUROPARC-España (2010). *Estándar de calidad en la gestión para la conservación en espacios naturales protegidos. Guía de Aplicación*. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.
- Ferrero, L. M., Montouto, O., y Herranz, J. M. (2006). *Flora amenazada y protegida del Parque Natural del Alto Tajo*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Guadalajara.
- Fundación Biodiversidad (2018). *Guía práctica para la restauración*. Ministerio para la Transición Ecológica, Madrid.
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... y Dixon, K. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration ecology*, 27(S1), S1-S46.
- Gauci, R., Schembri, J. A., y Inkpen, R. (2017). Traditional use of shore platforms: a study of the artisanal management of salinas on the Maltese Islands (Central Mediterranean). *Sage Open*, 7(2), 2158244017706597.
- Green, A. J., Alcorlo, P., Peeters, E. T., Morris, E. P., Espinar, J. L., Bravo-Utrera, M. A., ... y Scheffer, M. (2017). Creating a safe operating space for wetlands in a changing climate. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(2), 99-107.
- Grigore, M. N. (2020). *Handbook of Halophytes*. Springer International Publishing.
- Hassani, A., Azapagic, A., D'Odorico, P., Keshmiri, A., y Shokri, N. (2020). Desiccation crisis of saline lakes: A new decision-support framework for building resilience to climate change. *Science of The Total Environment*, 703, 134718.
- Herbert, R. J., Broderick, L. G., Ross, K., Moody, C., Cruz, T., Clarke, L., y Stillman, R. A. (2018). Artificial coastal lagoons at solar salt-working sites: A network of habitats for specialised, protected and alien biodiversity. *Estuarine, coastal and shelf science*, 203, 1-16.
- Hidalgo, R. (2005). *Tipos de hábitat de interés comunitario de España: Guía básica*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Hoehler, T. M., Bebout, B. M., y Des Marais, D. J. (2001). The role of microbial mats in the production of reduced gases on the early Earth. *Nature*, 412(6844), 324-327.
- Hueso Kortekaas, K. (2023). A. 3.4. 1. *Analysis of the regulatory framework and governance of salinas in the mediterranean region: the cases of Tunisia, Italy, Lebanon, and Spain*. IUCN-Mediterranean, Málaga.
- Hueso-Kortekaas, K. (2019). *Salt in our veins. The patrimonialization processes of artisanal salt and saltscapes in Europe and their contribution to local development*. Parthenon Verlag, Kaiserslautern.
- Hueso-Kortekaas, K. (2022). *Diseño e implementación de un certificado de calidad y protección ambiental para la sal de las Salinas de la Red Natura 2000*. Proyecto LIFE Salinas. Disponible en: <https://lifesalinas.es/>
- Hueso-Kortekaas, K., y Carrasco-Vayá, J. F. (2024). The Patrimonialization of Traditional Salinas in Europe, a Successful Transformation from a Productive to a Services-Based Activity. *Land*, 13(6), 772.
- Hueso-Kortekaas, K., y Carrasco-Vayá, J.-F. (2009). Biodiversity of inland saltscapes of the Iberian Peninsula. *Natural Resources and Environmental Issues*, 15(1), 30.
- Hueso-Kortekaas, K., y Petanidou, T. (2011). Cultural Aspects of Mediterranean Salinas. En: Papayannis, T., y Pritchard, D. (Eds.). *Culture and Wetlands in the Mediterranean: An Evolving Story*. Med-INA, Atenas, pp. 213-226.
- Ibarra-Marin, D., Belmonte-Serrato, F., García-Marín, R., y Ballesteros-Pelegrín, G. (2021). Analysis of Replicability of Conservation Actions across Mediterranean Europe. *Land*, 10(6), 598.
- Keenleyside, K. A., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C. M., y Stolton, S. (2014). *Restauración Ecológica para áreas protegidas: Principios, directrices y buenas prácticas*. IUCN, Gland.
- Löfqvist, S., Garrett, R. D., y Ghazoul, J. (2023). Incentives and barriers to private finance for forest and landscape restoration. *Nature Ecology & Evolution*, 7(5), 707-715.
- López, E., Aguilera, P. A., Schmitz, M. F., Castro, H., y Pineda, F. D. (2010). Selection of ecological indicators for the conservation, management and monitoring of Mediterranean coastal salinas. *Environmental monitoring and assessment*, 166, 241-256.
- Luengo, A., y Marín, C. (1994). *El Jardín de la sal*. Ecotopía Ediciones Tenydea, S. L., Santa Cruz de Tenerife.
- Luna, A., y San Román, A. (2013) *Guía Oficial del Parque Natural Bahía de Cádiz*. Ed. Cornicabra, Córdoba.
- Masó, M., y Rodrigo, J. (Coords.) (2018). *Guia de bones pràctiques per a la custòdia del territori. Gestió d'entitats i iniciatives de custòdia del territori*. Xarxa de Custòdia del Territori, Vic, Barcelona.

- Marques, A., Teixeira, R., Lorena, A., del Pino, V., del Valle-Inclán, Y., Navalho, J., y Domingos, T. (2009). Sustainability assessment of traditional solar salt. En: *2nd International Conference on the Ecological Importance of Solar Saltworks (CEISSA 2009)*, Mérida, Yucatán, pp. 26-29.
- Martín, J., Cirujano, S., Moreno, M., Peris, J. B., & Stübing, G. (2003). *La vegetación protegida en Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo.
- Martínez-Aedo, M. A., y Páez, M. (2003). *Guía de aves acuáticas del Mar Menor*. Dirección General del Medio Natural, Murcia.
- Martins, F., Pedrosa, A., Da Silva, M. F., Fidélis, T., Antunes, M., y Roebeling, P. (2020). Promoting tourism businesses for “Salgado de Aveiro” rehabilitation. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 29, 100236.
- Millán, A., Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Picazo, F., Carbonell, J. A., Lobo, J. M., y Ribera, I. (2014). *Atlas de los coleópteros acuáticos de España peninsular*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente (2005). *Los tipos de hábitat de interés comunitario de España*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Ministerio de Transición Ecológica (2019). *Guía metodológica de evaluación de impacto ambiental en Red Natura 2000*. MITECO, Madrid.
- Mota Poveda, J. F., Garrido Becerra, J. A., y Cañadas Sánchez, E. V. (2009). 1430 Matorrales halonitrófilos (*Pegano-Salsotea*). En: VV. AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 80 pp.
- Mottershead, R., y Davidson, P. (2009). The Yannarie solar project: design of a solar saltfield in Western Australia to safeguard the natural environment. *Global NEST Journal*, 11(1), 10-18.
- Nelson, C. R., Hallett, J. G., Romero Montoya, A. E., Andrade, A., Besacier, C., Boerger, V., Bouazza, K., Chazdon, R., Cohen-Shacham, E., Danano, D., Diederichsen, A., Fernández, Y., Gann, G. D., Gonzales, E. K., Gruca, M., Guariguata, M. R., Gutiérrez, V., Hancock, B., Innecken, P., Katz, S. M., McCormick, R., Moraes, L. F. D., Murcia, C., Nagabhatla, N., Pouaty Nzembialela, D., Rosado-May, F. J., Shaw, K., Swiderska, K., Vasseur, L., Venkataraman, R., Walder, B., Wang, Z., y Weidlich, E. W. A. (2024). *Standards of practice to guide ecosystem restoration – A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030*. FAO, Roma, SER, Washington D. C., y IUCN CEM, Gland.
- Oliva, F. J., y Torralva, M. (2008). *El fartet en la Región de Murcia. Biología y conservación*. Dirección General del Medio Natural, Murcia.
- Palacios, J., y Rodríguez, M. (1999). *Guía de fauna de la Reserva “Las Lagunas de Villafáfila”*. Junta de Castilla y León, Valladolid.
- Pétilion, J., McKinley, E., Alexander, M., Adams, J. B., Angelini, C., Balke, T., ... y Skov, M. W. (2023). Top ten priorities for global saltmarsh restoration, conservation and ecosystem service research. *Science of the Total Environment*, 165544.
- Picornell, E. (2022). *Catálogo de flora de la cuenca endorreica de la laguna de Gallocanta*. Jolube, Jaca.
- Puente, J. (2004). *Guía de la flora de la depresión del Ebro*. Serie Difusión, n.º 9. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza.
- Pujol, J. A. (2003). *Guía de flora del Parque Natural de Las Lagunas de la Mata y Torrevieja*. Ayuntamiento de Torrevieja, Torrevieja.
- Ramos, A. J., y Sarmiento, L. F. (1999). *Las aves de los humedales del sur de Alicante y su entorno*. Editorial Club Universitario, Alicante.
- REDIAM (2013). *Comentarios sobre la interpretación de los Hábitats de Interés Comunitario (terrestres) presentes en Andalucía*. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Rivero, F. (2021). *Oportunidades de financiación para fomentar la conectividad ecológica y la Infraestructura Verde en España*. FUNGOBE, Madrid.
- Rodrigues de Melo Soares, R. H., de Assunção, C. A., de Oliveira Fernandes, F., y Marinho-Soriano, E. (2018). Identification and analysis of ecosystem services associated with biodiversity of saltworks. *Ocean & Coastal Management*, 163, 278-284.
- Rodrigues, C. M., Bio, A., Amat, F., y Vieira, N. (2011). Artisanal salt production in Aveiro/Portugal-an ecofriendly process. *Saline Systems*, 7, 1-14.
- Ruiz Salgado, A., y Navarro Gómez, A. (2016). *Conservación privada y custodia del territorio. La implicación de la sociedad civil en la conservación de la naturaleza*. Asociación de Fundaciones para la Conservación de la Naturaleza y Fundación Biodiversidad y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Burgos.
- Ruiz Salgado, A., Navarro Gómez, A., y Sánchez, A. (2018). *Libro blanco: construyamos el futuro de la custodia del territorio*. Foro de Redes y Entidades de Custodia del Territorio, Madrid.
- Sabaté, X., Basora, X., O’Neil, C., y Mitchell, B. (2013). *Conservar la naturaleza entre todos. La custodia del territorio, una herramienta para implicar a la sociedad en la gestión del patrimonio natural de Europa*. Documentos LandLife.

- Saccò, M., White, N. E., Harrod, C., Salazar, G., Aguilar, P., Cubillos, C. F., ... y Allentoft, M. E. (2021). Salt to conserve: a review on the ecology and preservation of hypersaline ecosystems. *Biological Reviews*, 96(6), 2828–2850.
- Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Camarero, F., Esteban, I., Gutiérrez-Cánovas, C., Ribera, I., ... y Millán, A. (2007). Los macroinvertebrados acuáticos de las salinas de Añana (Álava, España): biodiversidad, vulnerabilidad y especies indicadoras. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 40, 233–245.
- Seckbach, J., y Oren, A. (Eds.) (2010). *Microbial mats: modern and ancient microorganisms in stratified systems* (Vol. 14). Springer Science & Business Media, Cham.
- Séjourné, S. (2014). Turning ecological management into economic value: The case of the Aigues-Mortes salt-mars-hes, Camargue, France. En: Lauret, S. (Ed.), *actas del congreso Solar saltwork and the economic value of biodiversity*, Trapani, Sicilia, 14 de junio de 2014, EuSalt, Bruselas, pp. 209–231.
- Serra, L., Andreotti, A., Kirov, D., Nardelli, R., Nissardi, S., Pirrello, S., Popov, D., Sadoul, N., Volponi, S., y Zucca, C. (2016). *Guidelines for management of the breeding populations of the Yellow-legged Gull Larus michahellis in the salt pans and coastal wetlands of the Mediterranean*. ISPRA, Manuali e linee guida, 144, ISPRA, Ozzano Emilia.
- Silliman, B. R., Hensel, M. J., Gibert, J. P., Daleo, P., Smith, C. S., Wieczynski, D. J., ... y Valdez, S. R. (2024). Harnessing ecological theory to enhance ecosystem restoration. *Current Biology*, 34(9), R418–R434.
- Soria, J. M., Sahuquillo, M. (2009). 1150 Lagunas costeras (*). En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 303 p.
- Sovinc, A. (2009). Secovlje Salina nature park, Slovenia- New business model for preservation of wetlands at risk. *Global NEST Journal*, 11(1), 19–23.
- Suárez Cardona, F., Sainz Ollero, H., Santos Martínez, T., y González Bernáldez, F. (1982). *Las estepas ibéricas*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.
- Valladares, F., Gil, P. y Forner, A. (Coord.) (2017). *Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Van Andel, J., Grootjans, A. P., y Aronson, J. (2012). Unifying concepts. En: Van Andel, J., y Aronson, J. (Eds.), *Restoration ecology: the new frontier*. John Wiley & Sons, Oxford, pp. 9–22.
- Vargas, J. M., Blasco, M., & Antúnez, A. (1983). *Los vertebrados de la Laguna de Fuentede Piedra (Málaga)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación / ICONA, Madrid.
- Vives i Duran, J., y Vives i Noguera, E. (1978). Coleópteros halófilos de los Monegros. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 2, 205–214.
- VV. AA. (1993). *El Delta del Ebro y su parque natural*. Sendai Ediciones, Barcelona.
- VV. AA. (2000). *Bioteología del cultivo de Dunaliella salina en el litoral andaluz*. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Wang, J. J., Li, X. Z., Lin, S. W., y Ma, Y. X. (2022). Economic evaluation and systematic review of salt marsh restoration projects at a global scale. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 865516.
- Williams, P., y Faber, P. (2001). Salt marsh restoration experience in San Francisco Bay. *Journal of Coastal Research*, 27(9), 203–211.
- Williams, W. D. (1998). *Management of inland saline waters. Guidelines of lake management, vol. 6*. ILEC / UNEP, Shiga.
- Wurtsbaugh, W. A., Miller, C., Null, S. E., DeRose, R. J., Wilcock, P., Hahnenberger, M., ... y Moore, J. (2017). Decline of the world's saline lakes. *Nature Geoscience*, 10(11), 816–821.
- WWF-España (2020). *Restauración de humedales mediterráneos. El nuevo manual del responsable político para la gestión sostenible y la restauración de los ecosistemas 2030*. Fundación MAVA, Gland.
- Zu Ermgassen, S. O., y Löfqvist, S. (2024). Financing ecosystem restoration. *Current Biology*, 34(9), R412–R417.

6.2 LISTADO DE LITERATURA CIENTÍFICA Y TÉCNICA SOBRE RESTAURACIÓN DE SALINAS, HUMEDALES Y MARISMAS

- Abad Espinoza, L. G. (2019). The rethinking and enhancement of the natural and cultural heritage of the cultural landscapes: the case of Sečovlje and Janubio salt pans. *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 17(4), 671–693.
- Abellán, P., Sánchez-Fernández, D., Velasco, J., y Millán, A. (2004). *Selección de áreas prioritarias de conservación en la provincia de Albacete utilizando los coleópteros acuáticos*. Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”, Albacete.
- Adam, P. (2002). Saltmarshes in a time of change. *Environmental Conservation*, 29(1), 39–61.
- Adams, J. B., Raw, J. L., Riddin, T., Wasserman, J., y Van Niekerk, L. (2021). Salt marsh restoration for the provision of multiple ecosystem services. *Diversity*, 13(12), 680.
- Alegre, J. (1994). *Salinas de Villafáfila. El último refugio*. Ed. Edilesa, León.

- Alonso Vargas, M. A., Ghezlaoui, B.-E., y Juan Gallardo, A. (2014). *Ecología de halófitos en hábitats mediterráneos*. Universidad de Alicante, Alicante.
- Álvarez, M., Gonzales, J. L., y Gonzales, A. (2017). *Recopilación e identificación de acciones de restauración ecológica en humedales españoles*. Terra Naturalis, Madrid.
- Amat, F., Hontoria, F., Navarro, J. C., Gozalbo, A., y Varo, I. (1991). *Bioecología de Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) *en la laguna de La Mata, Torrevieja, Alicante*. Instituto de Torre de la Sal (CSIC), Castellón.
- Arias, A. (2014). *Atlas de fauna acuática de las salinas de la Bahía de Cádiz*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.
- Arias, A., y Drake, P. (1999). *Flora acuática de las salinas del parque Natural de la Bahía de Cádiz*. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Aubert, G., McDonald, H., y Scholl, L. (2022). *How much will the implementation of the Nature Restoration Law cost and how much funding is available? Think Sustainable Europe Network policy briefing*. IEEP y Ecologic Institute, Bruselas.
- Bakker, J. (2012). Restoration of salt marshes. En: Van Andel, J., y Aronson, J. (Eds.). (Eds), *Restoration ecology: the new frontier*. John Wiley & Sons, Oxford, pp. 248-264.
- Ballester, R. (2003). *El componente vegetal de los humedales de la Región de Murcia: Catalogación, evaluación de la rareza y propuestas de medidas para su conservación*. Dirección General del Medio Natural, Murcia.
- Ballesteros, G., Zamora, A., Zamora, J. M., Sallent, A., Hernández, A., Robledano, F., & Fuentes, A. (2021). *Atlas de las aves acuáticas del Mar Menor y humedales de su entorno*. Natursport, Murcia.
- Ballesteros-Pelegrín, G. A., García-Marín, R., Ibarra-Marin, D., Sánchez-Balibrea, J., Belmonte-Serrato, F., Zamora-López, A., ... y Martínez-Arnal, N. (2022). Actions for the Conservation and Restoration of the Dunes and Wetlands in the Salinas of San Pedro del Pinatar: LIFE-Salinas Project (Murcia, Southeast of Spain). *Eng*, 3(4), 387-399.
- Basora, X., y Sabaté, X. (2006). *Custodia del territorio en la práctica. Manual de introducción a una nueva estrategia participativa de conservación de la naturaleza y el paisaje*. Xarxa de Custodi del Territori y Fundació Territori i Paisatge, Caixa Catalunya, Barcelona.
- Berkowitz, H. (2020). *Participatory governance for the development of the Blue Bioeconomy in the Mediterranean region*. PANORAMED Governance Platform, Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Billah, M. M., Bhuiyan, M. K. A., Islam, M. A., Das, J., y Hoque, A. R. (2022). Salt marsh restoration: an overview of techniques and success indicators. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(11), 15347-15363.
- Bromberg-Gedan, K., Silliman, B. R., y Bertness, M. D. (2009). Centuries of human-driven change in salt marsh ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, 1(1), 117-141.
- Calvo, J. F., y Iborra, J. (1986). *Estudio ecológico de la Laguna de La Mata*. Instituto de Estudios Juan Gil-Albert, Alicante.
- Campbell, A. D., Fatoyinbo, L., Goldberg, L., & Lagomasino, D. (2022). Global hotspots of salt marsh change and carbon emissions. *Nature*, 612(7941), 701-706.
- Carrasco, J.-F., y Hueso, K. (Coords.) (2008). *Los paisajes ibéricos de la sal. 1. Las salinas de interior*. Asociación de Amigos de las Salinas de Interior, Guadalajara.
- Castagno, K. A. (2018). Salt marsh restoration and the shellfishing industry: co-evaluation of success components. *Coastal Management*, 46(4), 297-315.
- Cirujano, S., y Medina, L. (2002). *Plantas acuáticas de las laguna y humedales de Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo.
- Cirujano, S. (2016). *Las plantas del saladar*. Fundación Global Nature, Madrid.
- Cirujano, S., Meco, A., García, P., y Chirino, M. (2014). *Flora acuática española. Hidrófitos vasculares*. Real Jardín Botánico CSIC, Madrid.
- Comín, F. (2014). *Manual de restauración de humedales en cuencas agrícolas*. Comarca de Los Monegros, Sariñena.
- Comisión Europea (2003). *Manual de interpretación de los hábitats de la Unión Europea, Versión EUR25*. Dirección General de Medio Ambiente, Bruselas.
- Conesa, J. A., Castañeda, C., y Pedrol, J. (2011). *Las saladas de Monegros y su entorno. Hábitats y paisaje natural*. Consejo de la Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza.
- Cook, J., y Taylor, R. (2020). *Nature is an economic winner for COVID-19 recovery*. World Resources Institute, Washington DC.
- Costa, M., Borghesi, F., Casini, L., Fidlóczy, Z., y Migani, F. (2016). *Guidelines for the environmental management of the Mediterranean and Black Sea saltworks (Management model) in the Natura 2000 network*. Life MC Salt, LIFE10NAT/IT/000256.
- Crisman, T. L., Takavakoglou, V., Alexandridis, T., Antonopoulos, V., y Zalidis, G. (2009). Rehabilitation of abandoned saltworks to maximize conservation, ecotourism and water treatment potential. *Global NEST Journal*, 11(1), 24-31.
- Curado, G., Manzano-Arrondo, V., Figueroa, E., y Castillo, J. M. (2013). Public perceptions and uses of natural and restored salt marshes. *Landscape Research*, 39(6), 668-679.

- De Groot, R. S., Wilson, M. A., y Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics*, 41(3), 393-408.
- De la Cruz, M. (2009). 1510 Estepas salinas mediterráneas (*Limonietalia*) (*). En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 78 p.
- De Wit, R., Vincent, A., Foulc, L., Kleszczewski, M., Scher, O., Loste, C., ... y Boutron, O. (2019). Seventy-year chronology of Salinas in southern France: Coastal surfaces managed for salt production and conservation issues for abandoned sites. *Journal for Nature Conservation*, 49, 95-107.
- Díaz-Almela, E. Piñeiro-Juncal, N., Marco-Méndez, C., Giralt, S., Leiva-Dueñas, C., y Mateo, M. A. (Coords) (2019). *Carbon stocks and fluxes associated to Andalusian saltmarshes*. Deliverable C2.2, Project LIFE Blue Natura (LIFE14CCM/ES/000957). Group of Aquatic Macrophyte Ecology CEAB-CSIC, Blanes.
- Durham E., Baker H., Smith M., Moore E., y Morgan V. (2014). *The BiodivERsA Stakeholder Engagement Handbook*. BiodivERsA, París.
- EEA (2019). European Environment 2020 Outlook. European Environment Agency, Copenhagen.
- Elsayed, H., Al Disi, Z. A., Naja, K., Strakhov, I., Mundle, S. O., Al-Kuwari, H. A. S., ... y Dittrich, M. (2025). Do coastal salt mudflats (sabkhas) contribute to the blue carbon sequestration? *Biogeochemistry*, 168(1), 15.
- Escudero, A. (2009). 1520 Vegetación gipsícola mediterránea (*Gypsophiletalia*) (*). En: VV. AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 78 p.
- Espinar, J. L. (2009a). 1310 Vegetación halonitrófila anual sobre suelos salinos poco evolucionados. En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 70 p.
- Espinar, J. L. (2009b). 1410 Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*). En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 77 p.
- Espinar, J. L. (2009c). 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*). En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 96 p.
- UE (2017). *Linking Natura 2000 and cultural heritage. Case studies*. Unión Europea, Bruselas.
- UE (2020). *The EU Interreg programme in support of Natura 2000 and biodiversity (2000-2020)*. Unión Europea, Bruselas.
- EUROPARC-España (2010). *Estándar de calidad en la gestión para la conservación en espacios naturales protegidos. Guía de Aplicación*. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.
- Ferrero, L. M., Montouto, O., y Herranz, J. M. (2006). Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Guadalajara.
- Fundación Biodiversidad (2018). *Guía práctica para la restauración*. Ministerio para la Transición Ecológica, Madrid.
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... y Dixon, K. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 27(S1), S1-S46.
- Gauci, R., Schembri, J. A., y Inkpen, R. (2017). Traditional use of shore platforms: a study of the artisanal management of salinas on the Maltese Islands (Central Mediterranean). *Sage Open*, 7(2), 2158244017706597.
- Green, A. J., Alcorlo, P., Peeters, E. T., Morris, E. P., Espinar, J. L., Bravo- Utrera, M. A., ... y Scheffer, M. (2017). Creating a safe operating space for wetlands in a changing climate. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(2), 99-107.
- Grigore, M. N. (2020). *Handbook of Halophytes*. Springer International Publishing.
- Hassani, A., Azapagic, A., D'Odorico, P., Keshmiri, A., y Shokri, N. (2020). Desiccation crisis of saline lakes: A new decision-support framework for building resilience to climate change. *Science of The Total Environment*, 703, 134718.
- Herbert, R. J., Broderick, L. G., Ross, K., Moody, C., Cruz, T., Clarke, L., y Stillman, R. A. (2018). Artificial coastal lagoons at solar salt-working sites: A network of habitats for specialised, protected and alien biodiversity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 203, 1-16.
- Hidalgo, R. (2005). *Tipos de hábitat de interés comunitario de España: Guía básica*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Hoehler, T. M., Bebout, B. M., y Des Marais, D. J. (2001). The role of microbial mats in the production of reduced gases on the early Earth. *Nature*, 412(6844), 324-327.
- Hueso-Kortekaas, K. (2019). *Salt in our veins. The patrimonialization processes of artisanal salt and saltscapes in Europe and their contribution to local development*. Parthenon Verlag, Kaiserslautern.
- Hueso-Kortekaas, K. (2022). *Diseño e implementación de un certificado de calidad y protección ambiental para la sal de las Salinas de la Red Natura 2000*. Proyecto LIFE Salinas. Disponible en: <https://lifesalinas.es/>

- Hueso Kortekaas, K. (2023). A. 3.4. 1. *Analysis of the regulatory framework and governance of salinas in the mediterranean region: the cases of Tunisia, Italy, Lebanon, and Spain*. IUCN-Mediterranean, Málaga. Disponible en: <https://iucn.org/our-work/projects/sustainable-management-model-mediterranean-artisanal-salinas>
- Hueso-Kortekaas, K., y Carrasco-Vayá, J. F. (2024). The Patrimonialization of Traditional Salinas in Europe, a Successful Transformation from a Productive to a Services-Based Activity. *Land*, 13(6), 772.
- Hueso-Kortekaas, K., y Carrasco-Vayá, J.-F. (2009). Biodiversity of inland saltscapes of the Iberian Peninsula. *Natural Resources and Environmental Issues*, 15(1), 30.
- Hueso-Kortekaas, K., y Petanidou, T. (2011). Cultural Aspects of Mediterranean Salinas. En: Papayannis, T., y Pritchard, D. (Eds.), *Culture and Wetlands in the Mediterranean: An Evolving Story*. Med-INA, Atenas, pp. 213–226.
- Ibarra-Marin, D., Belmonte-Serrato, F., García-Marín, R., y Ballesteros-Pelegrín, G. (2021). Analysis of Replicability of Conservation Actions across Mediterranean Europe. *Land*, 10(6), 598.
- Keenleyside, K. A., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C. M., y Stolton, S. (2014). *Restauración Ecológica para Áreas Protegidas: Principios, directrices y buenas prácticas*. IUCN, Gland.
- Löfqvist, S., Garrett, R. D., y Ghazoul, J. (2023). Incentives and barriers to private finance for forest and landscape restoration. *Nature Ecology & Evolution*, 7(5), 707–715.
- López, E., Aguilera, P. A., Schmitz, M. F., Castro, H., y Pineda, F. D. (2010). Selection of ecological indicators for the conservation, management and monitoring of Mediterranean coastal salinas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166, 241–256.
- Luengo, A., y Marín, C. (1994). *El jardín de la sal*. Ecotopía Ediciones Tenydea, S. L., Santa Cruz de Tenerife.
- Luna, A., y San Román, A. (2013). *Guía Oficial del Parque Natural Bahía de Cádiz*. Ed. Cornicabra, Córdoba.
- Masó, M., y Rodrigo, J. (Coords.) (2018). *Guia de bones pràctiques per a la custòdia del territori. Gestió d'entitats i iniciatives de custòdia del territori*. Xarxa de custòdia del territori, Vic, Barcelona.
- Marques, A., Teixeira, R., Lorena, A., del Pino, V., del Valle-Inclán, Y., Navalho, J., y Domingos, T. (2009). Sustainability assessment of traditional solar salt. En: 2nd International Conference on the Ecological Importance of Solar Saltworks (CEISSA 2009), Merida, Yucatán, pp. 26–29.
- Martín, J., Cirujano, S., Moreno, M., Peris, J. B., y Stübing, G. (2003). *La vegetación protegida en Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo.
- Martínez-Aedo, M. A., y Páez, M. (2003). *Guía de aves acuáticas del Mar Menor*. Dirección General del Medio Natural, Murcia.
- Martins, F., Pedrosa, A., Da Silva, M. F., Fidélis, T., Antunes, M., y Roebeling, P. (2020). Promoting tourism businesses for “Salgado de Aveiro” rehabilitation. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 29, 100236.
- Millán, A., Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Picazo, F., Carbonell, J. A., Lobo, J. M., y Ribera, I. (2014). *Atlas de los coleópteros acuáticos de España peninsular*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente (2005). *Los tipos de hábitat de interés comunitario de España*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Ministerio de Transición Ecológica (2019). *Guía metodológica de evaluación de impacto ambiental en Red Natura 2000*. MITECO, Madrid.
- Mota Poveda, J. F., Sánchez-Gómez, P., y Guirado, J. S. (Eds.) (2011). *Diversidad vegetal de las yeseras ibéricas. El reto de los archipiélagos edáficos para la biología de la conservación*. ADIF-Mediterráneo Asesores Consultores, Almería, 636 pp.
- Mota Poveda, J. F., Garrido Becerra, J. A., y Cañadas Sánchez, E. V. (2009). 1430 Matorrales halonitrófilos (Pegano-Salsoletea). En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 80 pp.
- Mottershead, R., y Davidson, P. (2009). The Yannarie solar project: design of a solar saltfield in Western Australia to safeguard the natural environment. *Global NEST Journal*, 11(1), 10–18.
- Nelson, C. R., Hallett, J. G., Romero Montoya, A. E., Andrade, A., Besacier, C., Boerger, V., Bouazza, K., Chazdon, R., Cohen-Shacham, E., Danano, D., Diederichsen, A., Fernández, Y., Gann, G. D., Gonzales, E. K., Gruca, M., Guariguata, M. R., Gutiérrez, V., Hancock, B., Innecken, P., Katz, S. M., McCormick, R., Moraes, L. F. D., Murcia, C., Nagabhatla, N., Pouaty Nzembialela, D., Rosado-May, F. J., Shaw, K., Swiderska, K., Vasseur, L., Venkataraman, R., Walder, B., Wang, Z., y Weidlich, E. W. A. (2024). *Standards of practice to guide ecosystem restoration – A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030*. FAO, Roma, SER, Washington D. C., y IUCN CEM, Gland.
- Oliva, F. J., y Torralva, M. (2008). *El fartet en la Región de Murcia. Biología y conservación*. Dirección General del Medio Natural, Murcia.
- Otero, M. (Ed.) (2021). *Manual para la creación de proyectos de carbono azul en Europa y en el Mediterráneo*. UICN, Gland.
- Palacios, J., y Rodríguez, M. (1999). *Guía de fauna de la Reserva “Las Lagunas de Villafáfila”*. Junta de Castilla y León, Valladolid.

- Pétilion, J., McKinley, E., Alexander, M., Adams, J. B., Angelini, C., Balke, T., ... y Skov, M. W. (2023). Top ten priorities for global saltmarsh restoration, conservation and ecosystem service research. *Science of the Total Environment*, 165544.
- Picornell, E. (2022). *Catálogo de flora de la cuenca endorreica de la laguna de Gallocanta*. Jolube, Jaca.
- Puente, J. (2004). *Guía de la flora de la depresión del Ebro*. Serie Difusión, n.º 9. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza.
- Pujol, J. A. (2003). *Guía de flora del Parque Natural de Las Lagunas de la Mata y Torrevieja*. Ayuntamiento de Torrevieja, Torrevieja.
- Ramos, A. J., y Sarmiento, L. F. (1999). *Las aves de los humedales del sur de Alicante y su entorno*. Editorial Club Universitario, Alicante.
- REDIAM (2013). *Comentarios sobre la interpretación de los Hábitats de Interés Comunitario (terrestres) presentes en Andalucía*. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Rivero, F. (2021). *Oportunidades de financiación para fomentar la conectividad ecológica y la Infraestructura Verde en España*. FUNGOBE, Madrid.
- Rodrigues de Melo Soares, R. H., de Assunção, C. A., de Oliveira Fernandes, F., y Marinho-Soriano, E. (2018). Identification and analysis of ecosystem services associated with biodiversity of saltworks. *Ocean & Coastal Management*, 163, 278-284.
- Rodrigues, C. M., Bio, A., Amat, F., y Vieira, N. (2011). Artisanal salt production in Aveiro/Portugal-an ecofriendly process. *Saline Systems*, 7, 1-14.
- Ruiz Salgado, A., y Navarro Gómez, A. (2016). *Conservación privada y custodia del territorio. La implicación de la sociedad civil en la conservación de la naturaleza*. Asociación de Fundaciones para la Conservación de la Naturaleza y Fundación Biodiversidad y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Burgos.
- Ruiz Salgado, A., Navarro Gómez, A., y Sánchez, A. (2018). *Libro blanco: construyamos el futuro de la custodia del territorio*. Foro de Redes y Entidades de Custodia del Territorio, Madrid.
- Sabaté, X., Basora, X., O'Neil, C., y Mitchell, B. (2013). *Conservar la naturaleza entre todos. La custodia del territorio, una herramienta para implicar a la sociedad en la gestión del patrimonio natural de Europa*. Documentos LandLife.
- Saccò, M., White, N. E., Harrod, C., Salazar, G., Aguilar, P., Cubillos, C. F., ... y Allentoft, M. E. (2021). Salt to conserve: a review on the ecology and preservation of hypersaline ecosystems. *Biological Reviews*, 96(6), 2828-2850.
- Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Camarero, F., Esteban, I., Gutiérrez-Cánovas, C., Ribera, I., ... y Millán, A. (2007). Los macroinvertebrados acuáticos de las salinas de Añana (Álava, España): biodiversidad, vulnerabilidad y especies indicadoras. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 40, 233-245.
- Seckbach, J., y Oren, A. (Eds.) (2010). *Microbial mats: modern and ancient microorganisms in stratified systems* (Vol. 14). Springer Science & Business Media, Cham.
- Séjourné, S. (2014). Turning ecological management into economic value: The case of the Aigues-Mortes salt-marshes, Camargue, France. En: Lauret, S. (Ed.), *actas del congreso Solar saltwork and the economic value of biodiversity*, Trapani, Sicilia, 14 de junio de 2014, EuSalt, Bruselas, pp. 209-231.
- Serra, L., Andreotti, A., Kirov, D., Nardelli, R., Nissardi, S., Pirrello, S., Popov, D., Sadoul, N., Volponi, S., y Zucca, C. (2016). *Guidelines for management of the breeding populations of the Yellow-legged Gull Larus michahellis in the salt pans and coastal wetlands of the Mediterranean*. Manuali e linee guida, 144, ISPRA, Ozzano Emilia.
- Silliman, B. R., Hensel, M. J., Gibert, J. P., Daleo, P., Smith, C. S., Wiczyński, D. J., ... y Valdez, S. R. (2024). Harnessing ecological theory to enhance ecosystem restoration. *Current Biology*, 34(9), R418-R434.
- Soria, J. M., y Sahuquillo, M. (2009). 1150 Lagunas costeras (*). En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 303 p.
- Sovinc, A. (2009). Secovlje Salina nature park, Slovenia. New business model for preservation of wetlands at risk. *Global NEST Journal*, 11(1), 19-23.
- Suárez Cardona, F., Sainz Ollero, H., Santos Martínez, T., y González Bernáldez, F. (1982). *Las estepas ibéricas*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.
- UCA & IUCN (2023). *Sustainable management of Mediterranean artisanal salinas (MedArtSal): Operational plan and policy recommendations*. IUCN, Gland, y Universidad de Cádiz, Cádiz.
- Valladares, F., Gil, P., y Forner, A. (Coord.) (2017). *Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Van Andel, J., Grootjans, A. P., y Aronson, J. (2012). Unifying concepts. En: Van Andel, J., y Aronson, J. (Eds.), *Restoration ecology: the new frontier*. John Wiley & Sons, Oxford, pp. 9-22.
- Vargas, J. M., Blasco, M., y Antúnez, A. (1983). *Los vertebrados de la Laguna de Fuentedepiedra (Málaga)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación / ICONA, Madrid.

- Vives i Duran, J., y Vives i Noguera, E. (1978). Coleópteros halófilos de los Monegros. *Bol Asoc. Esp. Entom.*, 2, 205-214.
- VV. AA. (1993). *El Delta del Ebro y su parque natural*. Sendai Ediciones, Barcelona.
- VV. AA. (2000). *Bioteología del cultivo de Dunaliella salina en el litoral andaluz*. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Wang, J. J., Li, X. Z., Lin, S. W., y Ma, Y. X. (2022). Economic evaluation and systematic review of salt marsh restoration projects at a global scale. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 865516.
- Williams, P., y Faber, P. (2001). Salt marsh restoration experience in San Francisco Bay. *Journal of Coastal Research*, 27(9), 203-211.
- Williams, W. D. (1998). *Management of inland saline waters. Guidelines of lake management*, vol. 6. ILEC / UNEP, Shiga.
- Wurtsbaugh, W. A., Miller, C., Null, S. E., DeRose, R. J., Wilcock, P., Hahnenberger, M., ... y Moore, J. (2017). Decline of the world's saline lakes. *Nature Geoscience*, 10(11), 816-821.
- WWF-España (2020). *Restauración de humedales mediterráneos. El nuevo manual del responsable político para la gestión sostenible y la restauración de los ecosistemas 2030*. Fundación MAVA, Gland.
- Zu Ermgassen, S. O., y Löfqvist, S. (2024). Financing ecosystem restoration. *Current Biology*, 34(9), R412-R417.

6.3 LISTADO DE MANUALES Y GUÍAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

- APROSELA (2008). *Guide de bonnes pratiques d'hygiène de la production de sel marin gris et fleur de sel récoltés manuellement*. Association Française des Producteurs de Sel Marin de l'Atlantique Récolté Manuellement / Chambre d'Agriculture de Loire-Atlantique, Guérande.
- Belmonte Serrato, F., Ballesteros Pelegrín, G. A., y Ibarra Marinas, A. D. (2022). *Buenas prácticas para la gestión y conservación de la biodiversidad en ambientes litorales: salinas, playas y dunas*. Editum, Murcia. Disponible en: <https://lifesalinas.es/wp-content/uploads/2022/10/Manual-Gesti%C3%B3n-Salinas.pdf>
- Clavero-Sousa, y Beckett, N. (Eds.) (2023). *MedArtSal Handbook of good practices. Putting into practice the MedArtSal Sustainable Management Model for Mediterranean artisanal salinas*. MedArtSal Technical report, IUCN, Gland. Disponible en <https://iucn.org/our-work/projects/sustainable-management-model-mediterranean-artisanal-salinas>
- Costa, M., Borghesi, F., Casini, L., Fidlóczy, Z., y Migani, F. (2016). *Guidelines for the environmental management of the Mediterranean and Black Sea saltworks (management model) in the Natura 2000 network*. LIFE10NAT/IT/000256 Project.
- Godet, L., y Ménanteau, L. (2014). *Ecosal Atlantis: Biodiversidad de salinas y turismo de naturaleza*. CNRS LETG Géolittomer, Université de Nantes, Nantes.
- González-Alcaraz, M. N., Aránega, B., Tercero, M. C., Conesa, H. M., y Álvarez-Rogel, J. (2014). Irrigation with seawater as a strategy for the environmental management of abandoned solar saltworks: A case-study in SE Spain based on soil-vegetation relationships. *Ecological Engineering*, 71, 677-689. DOI: j.ecoleng.2014.08.009
- Hueso-Kortekaas, K. (2022). *Diseño e implementación de un certificado de calidad y protección ambiental para la sal de las Salinas de la Red Natura 2000*. Proyecto LIFE Salinas. Disponible en: https://lifesalinas.es/wp-content/uploads/2022/11/E3-Certificado-Vida-en-la-Sal_ES-1.pdf
- Hueso Kortekaas, K. (2023). A. 3.4. 1. *Analysis of the regulatory framework and governance of salinas in the mediterranean region: the cases of Tunisia, Italy, Lebanon, and Spain*. IUCN-Mediterranean, Málaga. Disponible en: [https://www.enicbcmmed.eu/sites/default/files/2024-04/A.3.4 %202 %20MedArtSal %20Governance %20analysis %20for %20coastal %20salt %20pans. %20Final %20report.pdf](https://www.enicbcmmed.eu/sites/default/files/2024-04/A.3.4%20%20MedArtSal%20Governance%20analysis%20for%20coastal%20salt%20pans.%20Final%20report.pdf)
- Martínez-Pérez, J. E., Seva Román, E., Belda, A., Pastor-López, A., y Martín Martín, J. (2012). Plan de restauración y conservación del humedal urbano de Calpe, Alicante (SE España). *Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos*, 23, 181-231. Disponible en: <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/26975>
- Nature et Progrès (2012). *Cahier des charges Sel Marin*. Fédération Internationale Nature et Progrès, Ales. Disponible en: [https://www.eidatlantique.eu/UserFiles/medias/documents %20pdf/Cahier %20des %20charges %20Nature %20et %20progres.pdf](https://www.eidatlantique.eu/UserFiles/medias/documents%20pdf/Cahier%20des%20charges%20Nature%20et%20progres.pdf)
- Nelson, C. R., Hallett, J. G., Romero Montoya, A. E., Andrade, A., Besacier, C., Boerger, V., Bouazza, K., Chazdon, R., Cohen-Shacham, E., Danano, D., Diederichsen, A., Fernandez, Y., Gann, G. D., Gonzales, E. K., Gruca, M., Guariguata, M. R., Gutierrez, V., Hancock, B., Innecken, P., Katz, S. M., McCormick, R., Moraes, L. F. D., Murcia, C., Nagabhatla, N., Pouaty Nzembialela, D., Rosado-May, F. J., Shaw, K., Swiderska, K., Vasseur, L., Venkataraman, R., Walder, B., Wang, Z., & Weidlich, E. W. A. (2024). *Standards of practice to guide ecosystem restoration - A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030*. FAO, Roma, SER, Washington D. C., y IUCN CEM, Gland. Disponible en: <https://www.decadeonrestoration.org/publications/standards-practice-guide-ecosystem-restoration>
- Rivero Reyes, A. J., Sánchez Barea, A., y Pérez Hurtado de Mendoza, A. (2015). *Maestros de la sal*. Editorial UCA, Cádiz.
- Sadoul, N., Walmsley, J., y Charpentier, B. (1998). *Salinas and nature conservation* Station Biologique de la Tour du Valat, Arles. Disponible en: https://medwet.org/wp-content/uploads/2016/06/N9_Salinas_and_nature_conservation.pdf

- Stumberger, B., Sackl, P., Saveljić, D., y Schneider-Jacoby, M. (2008). Management plan for the conservation and sustainable use of the natural values of the privately owned Nature Park “Solana Ulcinj”, Montenegro. *Joannea Zoologie*, 10, 5-84. Disponible en: <https://czip.me/en/2021/02/18/management-plan-for-the-conservation-and-sustainable-use-of-the-natural-values-of-the-privately-owned-nature-park-solana-ulcinj/>
- Synes, N. C., y Robertson, P. A. (Eds.) (2004). *A practical guide to the management of saline lagoons*. The RSPB, Sandy, Reino Unido.
- Segura, L., Thibault, M., y Poulin, B. (2018). *Nature based solutions: Lessons learned from the restoration of the former saltworks in southern France*. MedWet, Tour de Valat.
- WWF-España (2020). *Restauración de humedales mediterráneos: El nuevo manual del responsable político para la gestión sostenible y la restauración de los ecosistemas a 2030*. Fundación MAVA, Gland. Disponible en: <https://www.wwf.es/?64700/El-manual-del-responsable-politico-para-la-gestion-sostenible-y-la-restauracion-de-los-ecosistemas-a-2030>

6.4 RECURSOS ONLINE

Este listado muestra una selección de páginas que tienen información más relevante sobre la restauración ecológica de salinas.

Sociedades científicas

- International Society for Salt Lake Research (ISSLR): <http://isslr.org/>
- Society for Ecological Restoration (SER) <https://www.ser.org/>

Asociaciones profesionales

- Association pour la Promotion du Sel Artisanal (APROSELA): <https://www.aprosela-odg.fr/>
- Associazione Saline e Natura: <http://www.salinenatura.it/>
- Coopérative de Sauniers de l'Île de Ré: <https://www.sauniers-iledere.com/>
- Coopérative Les Salines de Guérande: <https://www.leguerandais.fr/>
- Fédération Européenne de Producteurs de Sel Marin Récolté Manuellement: <https://artisanalseasalt.eu/>
- Instituto del Patrimonio y los Paisajes de la Sal (Red IPAISAL): <https://ipaisal.org/>
- Société AQUASEL – Cooperative de Sauniers de l'Île de Nourmoutier: <https://sel-marin-noirmoutier.fr/>

Instituciones sobre humedales y restauración

- Década de la ONU para la restauración de ecosistemas: <https://www.decadeonrestoration.org/es>
- UICN, Restauración de Ecosistemas: <https://iucn.org/our-work/topic/ecosystem-restoration>
- La Tour du Valat, Alliance for Mediterranean Wetlands: <https://tourduvalat.org/>
- Mediterranean Institute for Nature and Anthropos (MedINA): <https://med-ina.org/>
- MedWet: <https://medwet.org/>
- Ley de Restauración de la Naturaleza de la Unión Europea: https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en
- WWF Humedales: https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/agua/humedales/

Proyectos de restauración

- Caso de estudio de La Camarga:
 - <https://nrcsolutions.org/adaptive-restoration-of-the-former-saltworks-in-camargue-camargue-france/>
 - <https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/metadata/case-studies/adaptive-restoration-of-the-former-saltworks-in-camargue-southern-france>
- Fundación Global Nature / Humedales de La Mancha: <https://fundacion-globalnature.org/portfolio/humedales-salinos-y-estepas/>
- Fundación Salarte / Bahía de Cádiz: <https://salarte.org/>

- LIFE Lagoon of Life: <https://lagoon.biodiversity.bg/en/>
- LIFE Mansalt: <https://www.kpss.si/en/the-park/park-tasks/project-work/life-mansalt>
- LIFE Salinas: <https://lifesalinas.es/>
- MedArtSal: <https://www.enicbcmed.eu/projects/medartsal> y <https://www.medartsal.com/>
- Proyecto RESALAR: <https://www.fundacionanse.org/resalar/proyecto-resalar/>
- Universidad de Cádiz / Salinas La Esperanza: <https://scise.uca.es/>
- Wetlands International / Salina Ulcinj: <https://europe.wetlands.org/savesalina-nature-people/>

Entidades relacionadas con la sal en Murcia

- Asociación ANSE: <https://www.asociacionanse.org/>
- Asociación Calblanque: <https://asociacioncalblanque.blogspot.com/>
- Asociación La Carrasca: <https://asociacionlacarraca.blogspot.com/>
- Biocyma S.L.: <https://biocyma.com/>
- Fundación ANSE: <https://www.fundacionanse.org/>
- Instituto Español de Oceanografía (IEO): <https://www.ieo.es/es>
- Parque Regional de Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar: <https://www.murcianatural.com/>
- Salinera Española: <https://www.salineraespanola.com/>

ANEXO. RECOGIDA DE EXPERIENCIAS PREVIAS EN RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SALINAS TRADICIONALES

En este anexo se explica la metodología empleada para la búsqueda de información y referencias sobre restauración ecológica de salinas. Aunque el marco temático son las salinas de evaporación solar de litoral, hay referencias que pueden incluir otros ambientes salinos (salinas de interior, lagunas saladas, otros humedales). El marco geográfico del trabajo se circunscribe al litoral mediterráneo ibérico, pero hay referencias de interés en otras regiones, como el Mediterráneo en su conjunto (incluyendo centro, oriental y meridional); el litoral atlántico o continental. La búsqueda de referencias se centra en tres ámbitos: portales científicos, proyectos transnacionales e instituciones de interés (ONG, sociedades científicas). Se emplean dos aproximaciones para las referencias científicas: el muestreo por palabras clave y el muestreo de bola de nieve (referencias que conducen a otras). Para el resto, la búsqueda está dirigida, a partir del conocimiento ya existente del trabajo de las instituciones de interés y de los proyectos transnacionales sobre salinas. Con esta revisión, se identifican buenas prácticas, que servirán para mostrar los casos de estudio en los resultados. Fruto de las diferentes búsquedas de referencias bibliográficas en diversas bases de datos, portales especializados e instituciones, se han encontrado un gran número de referencias cruzadas, lo cual indica que los resultados son los más completos posibles.

A.1 BÚSQUEDA POR PALABRAS CLAVE EN PORTALES CIENTÍFICOS

Se ha realizado una búsqueda en portales científicos, tales como Scopus y Web of Science (WoS), combinando el término inglés *restoration* con diversos vocablos en dicho idioma relacionados con las salinas. En la tabla 17 se especifican los campos semánticos a los que se refieren los términos utilizados. Para unir cada par de términos se han utilizado operadores booleanos. Para complementar la revisión estrictamente científica, se han buscado estos mismos términos en el portal Google Académico, para detectar posible literatura gris que no haya sido encontrada antes. En el capítulo 3 se detallan los resultados de la búsqueda.

Tabla 17: Términos para describir las salinas y campo semántico al que se refieren

Término	Campo semántico
Salinas	Lugar de producción de sal, se refiere al sistema completo, incluyendo el espacio que lo rodea. Es un término poco habitual en la literatura científica, más común en las ciencias sociales (geografía, economía).
Salines	“Salinas”. Puede referirse también a soluciones salinas en química, medicina, etc., y, por tanto, resulta poco útil para las búsquedas.
Salt fields	Instalación, por lo general industrial, de producción de sal (expresión que suele emplearse en Australia).
Salt flats	Llanuras saladas o balsas. Puede referirse a salinas y a marismas salinas.
Salt marshes	Marismas salinas, incluyendo, por tanto, marismas costeras sin relación con lugares de producción de sal. Dada la abundancia de trabajos en estos ambientes no salineros, resulta un término poco útil en este contexto.
Salt pans	Balsas de producción de sal.
Salt ponds	Balsas de agua salada y salmuera, tanto para producción de sal como naturales.
Salt production	Producción de sal en general.
Saltscapes	Paisajes de la sal, incluye todo tipo de ecosistemas, naturales y contruidos.
Salt works	Instalación, por lo general industrial, de producción de sal.
Salterns	Balsas de producción de sal. Término muy habitual en trabajos de biología.
Solar salt	Sal obtenida por evaporación solar.

De los resultados que arrojaron los portales —Scopus y Web of Science (WoS, en la tabla 16)— se han recogido los casos más relevantes desde los puntos de vista temático y geográfico, quedando 48 referencias seleccionadas por ser de es-

pecial interés para este informe. Entre ellas destacan los estudios realizados en salinas abandonadas en época reciente o en espacios salineros aún en uso.

Tabla 18: Estudios científicos sobre restauración ecológica de salinas

Palabras clave	En el título		En el resumen		Salinas citadas
Restoration and...	WoS	Scopus	WoS	Scopus	Aveiro, Portugal (Martins 2012)
Salinas					Bahía de Cádiz (Hortas <i>et al.</i> 2006)
Salines					Bahía de San Francisco, EE. UU. (Ackerman <i>et al.</i> 2014; Athearn 2011, <i>et al.</i> 2012; Bluso-Demers <i>et al.</i> 2016; Brand <i>et al.</i> 2012, <i>et al.</i> 2014; Brew & Williams 2010; Cook 2016; Dalton <i>et al.</i> 2009; Foxgrover <i>et al.</i> 2019; Grenier & Davis 2010; Landers 2003; Levey <i>et al.</i> 2012; Marvin-di Pasquale <i>et al.</i> 2022; Miles & Ricca 2010; Moskal 2013; Pinto & Kondolf 2016; Schellenbarger <i>et al.</i> 2013; Stralberg <i>et al.</i> 2009; Takekawa <i>et al.</i> 2015; Thébault <i>et al.</i> 2008; Zhou <i>et al.</i> 2022)
Salt fields					
Salt flats					
Salt marshes	0				Camarga, Francia (de Wit & Boutin 2023; de Wit 2020, <i>et al.</i> 2019)
Salt pans					Comacchio, Italia (Pelizzari <i>et al.</i> 2007)
Salt ponds					Grand-Popo, Ouidah y Sèmè-Kpodji, Benin (Teka <i>et al.</i> 2019)
Salt production					Otros (Chambon <i>et al.</i> 2019; Gongora 2005; Remaili <i>et al.</i> 2018)
Saltscapes					Sambhar lake, India (Naik & Sharma 2021, 2022)
Salterns					San Pedro del Pinatar, Murcia (Ballesteros <i>et al.</i> 2022; Farinós <i>et al.</i> 2013)
Saltworks					Sečovelje, Eslovenia (Sovinc 2009)
					Sfax, Túnez (Khemakhen <i>et al.</i> 2013; Kobbi-Rebai <i>et al.</i> 2013)
					Sicao, Taiwán (Tran <i>et al.</i> 2019)
					Swartkops, Sudáfrica (Raw <i>et al.</i> 2021)
Solar salt					Tarquini, Italia (Angeletti <i>et al.</i> 2010; Bellisario <i>et al.</i> 2011, <i>et al.</i> 2013; Cimmaruta <i>et al.</i> 2010)
					Tianjin, China (Wang <i>et al.</i> 2015)
Total					

*Tras eliminar coincidencias y referencias no disponibles.

Se han descartado muchas de las referencias relacionadas con *salt marshes*, dado que, como ya se ha indicado, estaban centradas en áreas geográficas y de clima muy diferentes (por lo general, zonas más septentrionales de los continentes europeo y americano), donde nunca ha habido salinas de evaporación solar. El término *salines*, por otra parte, ha dado muchas referencias sin relación con salinas o producción de sal, pues es un término que se aplica en otros muchos contextos. Se ha descartado también el uso de palabras clave en otros idiomas, pues tras un muestreo exploratorio con palabras en castellano, italiano y francés (idiomas comunes en la región mediterránea), no salían resultados cualitativamente significativos.

La tabla 16 muestra el número de estudios encontrados y el número seleccionado finalmente, citándose los más relevantes en la última columna. Hay un solapamiento significativo entre las dos bases de datos consultadas, de modo que el resultado final de estudios que han aparecido en la búsqueda son los 47 ya indicados, que no se corresponde con la suma de los subtotales de cada base de datos.

Los trabajos científicos son las obras de referencia con mayor solvencia, por el método de revisión que se sigue de forma estándar en las revistas que los publican. Las recomendaciones que se extraen de ellos se pueden considerar, por tanto, fiables y útiles. Tienen como inconveniente, en cambio, que ofrecen una visión muy específica de los problemas que tratan. Están además centrados en contextos espacio-temporales muy específicos, por lo que no siempre resulta fácil extrapolar las recomendaciones o lecciones obtenidas de ellos. En el capítulo 3 se resumen algunas de las recomendaciones más comunes a estos trabajos.

A.2 REVISIÓN EN INSTITUCIONES ESPECIALIZADAS

De especial interés para la búsqueda de referencias han sido las instituciones especializadas y los expertos consultados. La biblioteca de la Red IPAISAL (ca. 500 libros y más de 3000 artículos y literatura gris sobre la sal) ha resultado muy útil como punto de partida. Se han consultado otras instituciones que, de una forma u otra, tienen relación con la conservación de espacios salineros. Se pueden categorizar en sociedades científicas, asociaciones del sector salinero, ONG de conservación y otras (véanse las tablas 19a-c). El ámbito de actuación de estas entidades podría variar entre lo local y lo global, pero aquellas que operan en la región mediterránea, ámbito de referencia del proyecto RESALAR, han sido estudiadas en mayor detalle (marcadas con asterisco en la tabla).

Las sociedades científicas son especialmente útiles para encontrar trabajos científicos, actas de congresos y noticias relacionadas con los temas de su interés. Son foros que permiten encontrar ayuda profesional para aspectos técnicos muy concretos y para divulgar los resultados de proyectos de restauración.

Tabla 19a: Sociedades científicas consultadas

Nombre	Ámbito temático	Ámbito geográfico
<i>Sociedades científicas</i>		
Asociación Ibérica de Limnología (AIL)	Humedales	Iberia
International Association for Landscape Ecology (IALE)	Paisaje	Internacional
International Society of Limnology (SIL)	Humedales	Internacional
International Society for Extremophiles (ISE)	Organismos extremófilos	Internacional
International Society for Salt Lake Research (ISSLR)	Humedales salinos	Internacional
Society for Conservation Biology	Conservación en general	Internacional
SIBECOL	Ecología	Iberia
Society for Ecological Restoration (SER)	Naturaleza en general	Internacional

Las entidades de conservación son las que más cerca del terreno se encuentran y mayor experiencia práctica tienen en restauración, tanto desde el punto de vista técnico como administrativo. Son excelentes foros para encontrar soluciones prácticas. Por lo general, divulgan muy bien los resultados de su trabajo y tienen un destacado ánimo de colaboración.

Tabla 19b: Entidades de conservación consultadas

Nombre	Ámbito temático	Ámbito geográfico
<i>ONG de conservación</i>		
ANSE	Naturaleza	SE de España
SEO-BirdLife	Aves	España
Coastal & Marine Union (EUCC)	Costas	Europa
Fundación Global Nature	Agroecosistemas	España
Fundación Salarte	Salinas Bahía de Cádiz	Cádiz
INCUNA	Patrimonio industrial	Iberoamérica
IPAISAL	Salinas y sal en general	Internacional
IUCN	Naturaleza	Internacional
Mediterranean Institute for Nature and Anthropos (Med-INA)*	Naturaleza	Mediterráneo

Tabla 19b: Entidades de conservación consultadas (cont)

Nombre	Ámbito temático	Ámbito geográfico
<i>ONG de conservación</i>		
MedWet*	Humedales	Mediterráneo
TICCIH	Patrimonio industrial	Internacional
Wetlands International	Humedales	Internacional
World Wetlands Network (WWN)	Humedales	Internacional
WWF	Naturaleza	Internacional

Tabla 19c: Asociaciones profesionales consultadas

Nombre	Ámbito temático	Ámbito geográfico
<i>Asociaciones profesionales</i>		
AFASAL / Asociación Ibérica de Fabricantes de Sal [‡]	Sal industrial	España
Asociación Andaluza de Artesanos de la Sal (ANDASAL) [‡]	Sal artesanal	Andalucía
Asociación Mallorquina de la Sal (AMASAL)	Sal artesanal	Mallorca
Asociación de Productores de Salinas Marinas Artesanales de Canarias [‡]	Sal artesanal	Canarias
Associação de Produtores e Marnotos da Ria de Aveiro (APMRA) [‡]	Sal artesanal	Aveiro (Portugal)
Assoc. pour la Promotion du Sel Artisanal (APROSELA)	Sal artesanal	Francia
Associazione Saline e Natura	Salinas	Italia
Comité des Salines de France	Sal industrial	Francia
Cooperative de Sauniers de l'Île de Ré	Sal artesanal	Île de Ré (Francia)
Coopérative Les Salines de Guérande	Sal artesanal	Guérande (Francia)
EU Salt	Sal industrial	Europa
Fédération Européenne de Producteurs de Sel Marin Récolté Manuellement	Sal artesanal	Europa
Instituto de la Sal	Sal industrial	España
Salimar	Salinas de litoral	España
Salt Association	Sal industrial	Reino Unido
Salt Institute [‡]	Sal industrial	EE. UU.
Saltsense	Sal industrial	Reino Unido
Société AQUASEL – Cooperative de Sauniers de l'Île de Nourmoutier	Sal artesanal	Île de Nourmoutier (Francia)
TradiSal [‡]	Sal artesanal	Algarve (Portugal)
Verband der Kali and Salzindustrie	Sal industrial	Alemania

[‡]Entidad aparentemente inactiva o extinta.

Las asociaciones profesionales que se dedican a la sal tienen como prioridad el desarrollo empresarial y no siempre es fácil encontrar información sobre los aspectos ecológicos, ambientales o patrimoniales relacionados con la producción de sal. La información que proveen está muy condicionada, como es lógico, por sus intereses empresariales. En algunos casos, las empresas publican informes anuales y participan en eventos relacionados con la naturaleza o la sostenibilidad, en los que divulgan actuaciones de restauración. La colaboración con ellas suele depender más bien del contacto personal con sus gerentes, más que el institucional. En ocasiones ayuda tender la mano hacia ellos desde el ámbito científico, más que desde el conservacionista.

A.3 PROYECTOS DE ÁMBITO EUROPEO Y MEDITERRÁNEO

Si en algo coinciden todas las fuentes consultadas es en la relevancia de los proyectos financiados por la UE para la restauración de salinas y espacios naturales afines. La mayor parte de las referencias encontradas en esta búsqueda han sido, de hecho, informes derivados de proyectos financiados por diversos programas de la UE (Phare, INTERREG, LIFE). Existen también programas de financiación de investigación científica en materia de biodiversidad, entre los que cabe destacar la línea Biodiversa, un partenariado de agencias nacionales de financiación de proyectos de investigación, que anualmente convoca ayudas temáticas. Entre ellas destacó BioDivRestore, en los años 2020-21, enfocado a la conservación y restauración de ecosistemas degradados y su biodiversidad, con especial énfasis en los sistemas acuáticos. Muchos de estos informes se han redactado como manuales y directrices, con un enfoque meramente práctico, que son de suma utilidad para RESALAR.

Tabla 20: Programas de financiación europeos y proyectos de restauración de salinas tradicionales más relevantes que se han apoyado

Programa	Proyecto
Phare	ALAS All About Salt (2000-2002)
Interreg	SAL "Salt of the Atlantic" project (2004-2007)
	"ECOSAL Atlantis" project (2010-2013)
	"SALTWORKS" project (2007-2013)
LIFE*	MC-SALT LIFE10 NAT/IT/000256 Environmental Management and Conservation in Mediterranean Saltworks and Coastal Lagoons (2011-2016)
	LIFE17 NAT/ES/000184 Conservación de los hábitats y aves acuáticas en el LIC y ZEPA ES0000175 "Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar" (2018-2022)
ENI-CBC MED	Medartsal project: Sustainable management model for Mediterranean Artisanal Salinas
Biodiversa	SAMFHIRE (2016)
	BSTM (2015-2017)
	Small Steps, Giant Leaps – Building Coastal Landscapes With Spatially Organizing Plants (2018)
	SALTFREE II (2018-2021)
	COASTFRAG (2021-2024)
	NordSalt (2021-2024)
	BioReset – Biodiversity restoration and conservation of inland water ecosystems for environmental and human well-being (2021-2024)
	COAST – COnservation of mArine ecosystems around Santo AnTão, Cabo Verde: implications for policy and society (2021-2024)
	NARROW – NARRatives On restored Water (2021-2024)

*Proyectos de ámbito internacional. Véase la tabla 19 para otros de este programa.

Por otro lado, gracias a los fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia se han acometido acciones de restauración y conservación de todo tipo para, por ejemplo:

- Plan de Sostenibilidad Turística de Poza de la Sal, Burgos (2021)
- Conservación y restauración de las lagunas saladas de Villafáfila, Zamora (2021)
- Restauración ambiental y adecuación de elementos patrimoniales en Salinas de Añana (2022)
- Recuperación y adecuación de espacios naturales de Salinas de Oro, Navarra (2023)
- Actuaciones de restauración de las Salinas del Cabo de Gata, Almería (2024)
- Obras de recuperación de las salinas de Saelices de la Sal, Guadalajara (2024)

De estos proyectos no se han encontrado publicaciones específicas. Entre los más recientes y, por tanto, aún en ejecución, está el de la restauración de las salinas de Marchamalo, Murcia, gestionado en el marco del proyecto RESALAR. Este documento forma parte del proyecto, como herramienta de consulta para intervenciones de restauración ecológica de salinas tradicionales que surjan inspiradas y apoyadas por otras ya realizadas.

Dentro de los programas que han apoyado proyectos de restauración ecológica de salinas tradicionales en particular, y paisajes de la sal (lagunas costeras, salinas, humedales salinos), en general, el más prolífico ha sido sin duda el programa LIFE. La tabla 19 recoge los proyectos que han tenido como protagonistas ambientes salinos en Europa.

Tabla 21: Detalle de los proyectos de restauración de salinas apoyados por el programa LIFE

Código	Proyecto
<i>Salinas de litoral</i>	
LIFE93 NAT/E/011200	Conservation and management of wetlands and steppe areas in Murcia
LIFE96 ENV/P/000601	Integrated Management Programme for Ria de Aveiro - MARIA
LIFE96 NAT/E/003105	Cerceta pardilla - Coordinated action plan for the conservation of marbled teal in the western Mediterranean region
LIFE97 NAT/F/004229	Oiseaux d'eau - Waterfowl stopovers along the Atlantic seaboard
LIFE99 ENV/P/000673	ESGIRA-MARIA - Integrated Management Structure of Ria de Aveiro: ESGIRA – MARIA
LIFE00 NAT/IT/7215	Comacchio salt works
LIFE00 NAT/P/007100	Tagus Estuary's SPA - Recovery of Birds Sanctuaries
LIFE00 NAT/E/007304	Cabo de Gata - Improvement of the management of the SCI and SPA Cabo de Gata-Níjar
LIFE00 NAT/P/007088	Salinas do Sado - Preservation of the birds population in the salines of the Sado River Estuary
LIFE03 NAT/E/000055	Humedales andaluces - Conservation and restoration of wetlands in Andalucía
LIFE03 NAT/E/000054	Costas Cádiz - Conservation of coastal habitats of the Province of Cádiz
LIFE02 NAT/IT/008523	Tarquínia - Environmental rehabilitation of the Natural Reserve of Tarquínia Salt-works
LIFE03 NAT/P/000014	SAMOUCO - Optimizing habitats for birds at the Samouco salt-pans, Tagus estuary SPA
LIFE03 NAT/SLO/000076	Secovlje - Conservation of endangered species and habitats in the Secovlje salt-pans Park
LIFE08 NAT/E/000077	CIRCUREVIEJA - Decantation circuit of residual salts and ecological recovery of the Natural Park of Las Lagunas de la Mata and Torrevieja
LIFE08 NAT/BG/000277	LIFE FOR THE BOURGAS LAKE - Ensuring Conservation of Priority Bird Species and Coastal Habitats at the Bourgas Natura 2000 Wetland Sites
LIFE09 NAT/SI/000376	MANSALT - Man and Nature in Secovlje salt-pans
LIFE11 NAT/BG/000362	Salt of Life - Urgent Measures to Restore and Secure Long-term Preservation of the Atanasovsko Lake Coastal Lagoon
<i>Salinas de interior</i>	
LIFE03 NAT/E/000059	Habitats N-E Murcia - Integral management of the habitats of Northwest region of the Murcia Province
LIFE04 NAT/ES/000035	Fartet Murcia - Conservation of <i>Aphanius iberus</i> genetic stocks (Murcia)
<i>Humedales salinos</i>	
LIFE95 NAT/F/000493	Salt springs of the Auvergne
LIFE96 NAT/E/003096	Flora Aragón - Conservation of thirteen endangered plant species in Aragon
LIFE99 NAT/E/006339	Villacañas - Restoration of three wetland areas in Villacañas (Toledo)
LIFE99 NAT/E/006350	Avutarda/Villafafila - Management of the Great Bustard's habitat in the ZEPA of Villafáfila
LIFE99 NAT/E/006405	Gallocanta - Restoration, conservation and management of the Gallocanta lagoon (ReCoGeSAL)
LIFE10 NAT/ES/000563	HUMEDALES DE LA MANCHA - Restoration of salt flats around 27 endorheic wetland areas in La Mancha
LIFE19 CCM/ES/001235	Wetlands4Climate

A.4 OTRAS REFERENCIAS

Para encontrar información sobre restauración ecológica, es necesario consultar literatura gris que solo se encuentra a través de referencias primarias, debido al uso de nombres vernáculos muy locales, falta de palabras clave o un posicionamiento deficiente en los buscadores o páginas web consultados. El muestreo de bola de nieve, que consiste en buscar referencias secundarias a partir de las primarias, ha servido para varios fines. Por un lado, ha permitido detectar obras de referencia en restauración ecológica en general y restauración de humedales en particular, que construyen el marco teórico de este informe. Por otro lado, ha permitido vincular la restauración de salinas con otros aspectos relacionados

con su conservación y gestión, como la provisión de servicios ecosistémicos, la gobernanza o el desarrollo socioeconómico local, que alimentan en un contexto más amplio el proyecto RESALAR. Por último, ha servido para detectar experiencias aún no recogidas en los métodos de búsqueda ya indicados. Así, las fuentes consultadas, ya fueran documentos, instituciones o personas, han ido abriendo la puerta a otros trabajos, proyectos e iniciativas que de otra manera habrían quedado bajo el radar. Se trata sobre todo de experiencias en ecosistemas algo diferentes (por ejemplo, lagunas o estepas salinas de interior; marismas salinas con otros usos), pero que pueden tener suficientes puntos en común como para ser reseñados aquí. En otros casos se trata de iniciativas que no han dado como resultado una publicación o son gestionadas por entidades de ámbito local, y que, por tanto, eran más difíciles de detectar en otro tipo de búsqueda. En el capítulo de recomendaciones se incorporan muchas de las conclusiones recogidas en estos documentos.

A.5 RECOGIDA DE BUENAS PRÁCTICAS

Fruto de estas búsquedas es el registro de las buenas prácticas más destacadas, que pueden resultar de utilidad no solo para el proyecto RESALAR, sino para la restauración ecológica de otras salinas en estado de declive o abandono en la región mediterránea. A estas hay que añadir las que se explicaron durante el Taller de Restauración Ecológica de Salinas Abandonadas, celebrado en las Salinas de Marchamalo (Murcia), en mayo de 2024. Las buenas prácticas se agrupan por el medio en el que inciden con mayor eficacia (aire, agua, suelo, paisaje) o por la biota beneficiada (flora, fauna, microorganismos). En este segundo grupo es importante resaltar también la necesidad de preservar la funcionalidad del ecosistema salino, más allá de la preservación de especies concretas de flora y fauna. Se incluyen también las buenas prácticas con impacto en el patrimonio cultural, tanto material como inmaterial, y en el medio socioeconómico. Este último abarca la oferta de productos y servicios asociados a una salina restaurada, como la propia sal, lodos, aguas madre, halófitas y servicios relacionados con el turismo, la gastronomía y la salud. En los capítulos ya presentados se muestran las buenas prácticas recogidas en general y se recogen las recomendaciones más relevantes para futuros proyectos de restauración ecológica de salinas tradicionales.

A6. REFERENCIAS CIENTÍFICAS (TABLA 18)

- Ackerman, J. T., Hartman, C. A., Herzog, M. P., Smith, L. M., Moskal, S. M., De La Cruz, S. E., ... & Takekawa, J. Y. (2014). *The critical role of islands for waterbird breeding and foraging habitat in managed ponds of the South Bay Salt Pond Restoration Project*. South San Francisco Bay, California (No. 2014-1263). US Geological Survey, Reston, Virginia, EE. UU.
- Angeletti, D., Cimmaruta, R., & Nascetti, G. (2010). Genetic diversity of the killifish *Aphanius fasciatus* paralleling the environmental changes of Tarquinia salterns habitat. *Genetica*, 138, 1011-1021.
- Athearn, N. D. (2011). Avian use of former salt evaporation ponds in San Francisco Bay: Response to restoration, management, and a changing landscape. *Natural Resources and Environmental Issues*, 15, 77-86.
- Athearn, N. D., Takekawa, J. Y., Bluso-Demers, J. D., Shinn, J. M., Arriana Brand, L., Robinson-Nilsen, C. W., & Strong, C. M. (2012). Variability in habitat value of commercial salt production ponds: implications for waterbird management and tidal marsh restoration planning. *Hydrobiologia*, 697(1), 139-155.
- Ballesteros-Pelegrín, G. A., García-Marín, R., Ibarra-Marinás, D., Sánchez-Balibrea, J., Belmonte-Serrato, F., Zamora-López, A., ... & Martínez-Arnal, N. (2022). Actions for the Conservation and Restoration of the Dunes and Wetlands in the Salinas of San Pedro del Pinatar: LIFE-Salinas Project (Murcia, Southeast of Spain). *Eng.* 3(4), 387-399.
- Bellisario, B., Carere, C., Cerfolli, F., Angeletti, D., Nascetti, G., & Cimmaruta, R. (2013). Infaunal macrobenthic community dynamics in a manipulated hyperhaline ecosystem: a long-term study. *Aquatic biosystems*, 9, 1-10.
- Bellisario, B., Novelli, C., Cerfolli, F., Angeletti, D., Cimmaruta, R., & Nascetti, G. (2011). The ecological restoration of the Tarquinia Salterns drives the temporal changes in the benthic community structure. *Transitional Waters Bulletin*, 4(2), 105-114.
- Bluso-Demers, J. D., Ackerman, J. T., Takekawa, J. Y., & Peterson, S. H. (2016). Habitat selection by Forster's Terns (*Sterna forsteri*) at multiple spatial scales in an urbanized estuary: the importance of salt ponds. *Waterbirds*, 39(4), 375-387.
- Brand, L. A., Smith, L. M., Takekawa, J. Y., Athearn, N. D., Taylor, K., Shellenbarger, G. G., ... & Spenst, R. (2012). Trajectory of early tidal marsh restoration: elevation, sedimentation and colonization of breached salt ponds in the northern San Francisco Bay. *Ecological Engineering*, 42, 19-29.

- Brand, L. A., Takekawa, J. Y., Shinn, J., Graham, T., Buffington, K., Gustafson, K. B., ... & Miles, A. K. (2014). Effects of wetland management on carrying capacity of diving ducks and shorebirds in a coastal estuary. *Waterbirds*, 37(1), 52-67.
- Brew, D. S., & Williams, P. B. (2010). Predicting the impact of large-scale tidal wetland restoration on morphodynamics and habitat evolution in south San Francisco Bay, California. *Journal of Coastal Research*, 26(5), 912-924.
- Chambon, R., Dugravot, S., Ysnel, F., & Gelinaud, G. (2019). Islet Creation Increases Nesting Opportunities of the Pied Avocet (*Recurvirostra avosetta*) in a Managed Salt Pan Area. *Waterbirds*, 42(1), 22-29.
- Cimmaruta, R., Angeletti, D., Pontremolesi, A., & Nascetti, G. (2011). Low microsatellite variation in *Aphanius fasciatus* from the Tarquinia Salterns. *Transitional Waters Bulletin*, 4(2), 83-93.
- Cook, J. D. (2016). *Spatial and temporal trends of fishes and aquatic invertebrates in a restored salt marsh, San Francisco Estuary, CA*. MSc Thesis, University of California, Davis, Davis, California, EE.UU.
- Dalton, J. B., Palmer- Moloney, L. J., Rogoff, D., Hlavka, C., & Duncan, C. (2009). Remote monitoring of hypersaline environments in San Francisco Bay, CA, USA. *International Journal of Remote Sensing*, 30(11), 2933-2949.
- De Wit, R. (2020). Can abandoned Salinas be managed as coastal lagoons? *Vie et Milieu/Life & Environment*, 70 (3-4), 225-233.
- De Wit, R., & Boutin, N. (2023). European LIFE Projects Dedicated to Ecological Restoration in Mediterranean and Black Sea Coastal Lagoons. *Environments*, 10(6), 101.
- De Wit, R., Vincent, A., Foulc, L., Kleszczewski, M., Scher, O., Loste, C., ... & Boutron, O. (2019). Seventy-year chronology of Salinas in southern France: Coastal surfaces managed for salt production and conservation issues for abandoned sites. *Journal for Nature Conservation*, 49, 95-107.
- Farinós, P., Robledano, F., Perona, C., & Soto, A. J. (2013). Lagoons as a waterbird habitat: response of communities to human impact and management across space and time scale. Lagoons: habitat & species, human impacts & ecological effects. *Nova Science Publishers*, 2-51.
- Foxgrover, A. C., Marvin-DiPasquale, M., Jaffe, B. E., & Fregoso, T. A. (2019). Slough evolution and legacy mercury remobilization induced by wetland restoration in South San Francisco Bay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 220, 1-12.
- Gongora, M. (2005). Recovery of a commercial solar saltworks damaged by a hurricane: role of biological management. En: Lekkas, T. D. (Ed.) *Proceedings of the 9th International Conference on Environmental Science and Technology*, Rhodes, Greece, 1-3 September 2005, Global NEST, Rhodes, Greece, Vol. 1, pp.: 903-912.
- Grenier, J. L., & Davis, J. A. (2010). Water quality in South San Francisco Bay, California: Current condition and potential issues for the South Bay Salt Pond Restoration Project. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 206, 115-147.
- Heo, Y. M., Lee, H., Kim, K., Kwon, S. L., Park, M. Y., Kang, J. E., ... & Kim, J. J. (2019). Fungal diversity in intertidal mudflats and abandoned solar salterns as a source for biological resources. *Marine drugs*, 17(11), 601.
- Hortas, F., Pérez-Hurtado, A., Neves, R., & Girard, C. (2006). Interreg IIIB sal project-salt of the Atlantic": revalorization of identity of the atlantic salines. Recuperation and promotion of biological, economic and cultural potential of coastal wetlands. En: Lekkas, T.D., & Koroivessis, N.A. (Eds.) *Proceedings of the 1st International Conference on the Ecological Importance of Solar Saltworks (CEISSA 06)*, Santorini, Greece, 20-22 October 2006, Global NEST, Rhodes, Greece.
- Khemakhem, H., Elloumi, J., Ayadi, H., Aleya, L., & Moussa, M. (2013). Modelling the phytoplankton dynamics in a nutrient-rich solar saltern pond: predicting the impact of restoration and climate change. *Environmental Science and Pollution Research*, 20, 9057-9065.
- Kobbi-Rebai, R., Annabi-Trabelsi, N., Khemakhem, H., Ayadi, H., & Aleya, L. (2013). Impacts of restoration of an uncontrolled phosphogypsum dumpsite on the seasonal distribution of abiotic variables, phytoplankton, copepods, and ciliates in a man-made solar saltern. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 2139-2155.
- Landers, J. (2003). Salt pond restoration to benefit San Francisco Bay. *Civil Engineering*, 73(2), 26-26.
- Lee, H., Heo, Y. M., Kwon, S. L., Yoo, Y., Lee, A. H., Kwon, B. O., ... & Kim, J. J. (2020). Recovery of the benthic bacterial community in coastal abandoned saltern requires over 35 years: A comparative case study in the Yellow Sea. *Environment International*, 135, 105412.
- Levey, J. R., Vasicek, P., Fricke, H., Archer, J., & Henry, R. F. (2010). *Salt pond SF2 restoration, wildlife, and habitat protection*. American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, EE. UU.
- Martins, C. A. F. B. (2012). *A barra da laguna de Aveiro no século XIX: impactos da ação antrópica na dinâmica lagunar*. Tesis doctoral, Universidade do Porto, Portugal.
- Marvin-DiPasquale, M., Slotton, D., Ackerman, J. T., Downing-Kunz, M. A., Jaffe, B. E., Foxgrover, A. C., ... & van der Wegen, M. (2023). *South San Francisco Bay Salt Pond Restoration Project—A synthesis of Phase-1 mercury studies (No. 2022-5113)*. US Geological Survey, Reston, Virginia, EE.UU.
- Miles, A. K., & Ricca, M. A. (2010). Temporal and spatial distributions of sediment mercury at salt pond wetland restoration sites, San Francisco Bay, CA, USA. *Science of the Total Environment*, 408(5), 1154-1165.

- Moskal, S. M. (2013). *Response of waterbirds to salt pond enhancements and island creation in the San Francisco Bay*. San José State University, San José, California, EE.UU.
- Naik, R., & Sharma, L. (2021). Spatio-temporal modelling for the evaluation of an altered Indian saline Ramsar site and its drivers for ecosystem management and restoration. *PLoS One*, 16(7), e0248543.
- Naik, R., & Sharma, L. K. (2022). Monitoring migratory birds of India's largest shallow saline Ramsar site (Sambhar Lake) using geospatial data for wetland restoration. *Wetlands Ecology and Management*, 30(3), 477-496.
- Pellizzari, M., Barbieri, C., Caramori, G., Pagnoni, G. A., & Piccoli, F. (2007). La vegetazione della Salina di Comacchio (Ferrara, Parco del Delta del Po): Ripristino ecologico e conservazione degli hábitat. *Fitosociologia*, 44(1), 77-82.
- Pinto, P. J., & Kondolf, G. M. (2016). Evolution of two urbanized estuaries: Environmental change, legal framework, and implications for sea-level rise vulnerability. *Water*, 8(11), 535.
- Raw, J. L., Adams, J. B., Bornman, T. G., Riddin, T., & Vanderklift, M. A. (2021). Vulnerability to sea-level rise and the potential for restoration to enhance blue carbon storage in salt marshes of an urban estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 260, 107495.
- Remaili, T. M., Simpson, S. L., Bennett, W. W., King, J. J., Mosley, L. M., Welsh, D. T., & Jolley, D. F. (2018). Assisted natural recovery of hypersaline sediments: salinity thresholds for the establishment of a community of bioturbating organisms. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 20(9), 1244-1253.
- Shellenbarger, G. G., Wright, S. A., & Schoellhamer, D. H. (2013). A sediment budget for the southern reach in San Francisco Bay, CA: implications for habitat restoration. *Marine Geology*, 345, 281-293.
- Sovinc, A. (2009). Secovlje Salina nature park, Slovenia- New business model for preservation of wetlands at risk. *Global nest. The International Journal*, 11(1), 19-23.
- Stralberg, D., Applegate, D. L., Phillips, S. J., Herzog, M. P., Nur, N., & Warnock, N. (2009). Optimizing wetland restoration and management for avian communities using a mixed integer programming approach. *Biological Conservation*, 142(1), 94-109.
- Takekawa, J. Y., Ackerman, J. T., Brand, L. A., Graham, T. R., Eagles-Smith, C. A., Herzog, M. P., ... & Athearn, N. D. (2015). Unintended consequences of management actions in salt pond restoration: cascading effects in trophic interactions. *PLoS One*, 10(6), e0119345.
- Tekla, O., Houessou, L. G., Djossa, B. A., Bachmann, Y., Oumorou, M., & Sinsin, B. (2019). Mangroves in Benin, West Africa: threats, uses and conservation opportunities. *Environment, Development and Sustainability*, 21, 1153-1169.
- Thébault, J., Schraga, T. S., Cloern, J. E., & Dunlavy, E. G. (2008). Primary production and carrying capacity of former salt ponds after reconnection to San Francisco Bay. *Wetlands*, 28, 841-851.
- Tran, H. T., Wang, H. C., Hsu, T. W., Sarkar, R., Huang, C. L., & Chiang, T. Y. (2019). Revegetation on abandoned salt ponds relieves the seasonal fluctuation of soil microbiomes. *BMC genomics*, 20, 1-12.
- Wang, H., Xu, X., & Zhu, G. (2015). Landscape changes and a salt production sustainable approach in the state of salt pan area decreasing on the Coast of Tianjin, China. *Sustainability*, 7(8), 10078-10097.
- Zhou, J., Theroux, S. M., Bueno de Mesquita, C. P., Hartman, W. H., Tian, Y., & Tringe, S. G. (2022). Microbial drivers of methane emissions from unrestored industrial salt ponds. *The ISME Journal*, 16(1), 284-295.

