



**Proyecto nº 26: Secuestro de dióxido de carbono en humedales y turberas**



## ÍNDICE:

1. **Objeto del Proyecto.**
2. **Alcance.**
3. **Problemas que contribuye a resolver.**
4. **Descripción.**
5. **Temporalización.**
6. **Presupuesto.**
7. **Indicadores de evaluación de los resultados del proyecto.**
8. **Documentación de referencia.**
9. **Revisión de instrumentos de financiación.**

## 1. Objeto del Proyecto.

La principal finalidad de este proyecto se basa en la restauración o creación nuevos hábitats acuáticos: los humedales y turberas. Estos ecosistemas acuáticos ofrecen un imprescindible servicio ecosistémico, son sumideros de CO<sub>2</sub>, consecuencia de su proceso natural de transformar el dióxido de carbono, por lo tanto, tienen potencial en el proceso de mitigación de las consecuencias del cambio climático. El objetivo se centra en habilitar nuevos espacios acuáticos activos de buena calidad ambiental, así como mejorar la conservación de los humedales y turberas ya existentes.

Para este proyecto es imprescindible tener en cuenta los indicadores de biodiversidad y equilibrio entre las cadenas tróficas, así como monitorizar y controlar la calidad de los sistemas acuáticos y del suelo. Hay que prestar especial atención a aquellas masas de agua de titularidad pública o privada susceptibles a la degradación, debido a factores naturales o antrópicos, mejorando la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub>.

Se propondrá unas tablas de planificación para la restauración y seguimiento de turberas y humedales, teniendo en cuenta los factores ambientales de la zona de trabajo, así como la vegetación potencial recomendada por las “Series de Vegetación” estipuladas por la Consejería de Medio Ambiente, ya que son factores que determinaran finalmente la elección de las especies que deben de estar presentes.

## 2. Alcance.

Estos proyectos se basan en la construcción de una red de espacios de gestión pública, bajo políticas que incentiven la intervención de organizaciones privadas interesadas en actividades de defensa del medio natural, así como en la compensación de las emisiones de dióxido de carbono, como mecanismo para obtener la neutralidad en sus actividades. Dentro de las administraciones implicadas en estos proyectos suelen encontrarse las corporaciones locales y autonómicas, siendo las primeras auxiliadas en ocasiones por los organismos supramunicipales.

Estos ecosistemas se encuentran bajo las figuras de protección de la Red Natura 2000, dentro de los territorios adscritos en las regiones biogeográficas atlántica y mediterránea. La principal figura de protección para los humedales está establecida en el convenio internacional Ramsar para la conservación y el buen uso de humedales.

Esta es una oportunidad para las empresas o entidades que tienen registrada su Huella de Carbono, ya pueden encontrar un mercado para adquirir sus cupos de emisión, compensando de esta forma sus emisiones. Una forma tradicional que se está empleando consiste en la financiación, por parte de las entidades públicas o privadas, a proyectos sobre gestión de ecosistemas que ofrecen servicios de sumideros de CO<sub>2</sub>.

### **3. Problemas que contribuye a resolver**

Las principales presiones sobre los humedales se relacionan con cambios en el uso del suelo (urbanización, deforestación, rellenos, etc.), alteraciones en la dinámica del agua (por extracción, intercepción, desvíos), extracciones de materias primas (pesca y madera principalmente) y contaminación (agrícola, industrial y doméstica).

La combinación de técnicas de análisis sedimentológicos, cronológicos y paleobotánicos permite reconocer con precisión la génesis y la dinámica temporal de los ecosistemas de turbera, así como caracterizar los distintos medios y biocenosis presentes, además de los efectos que provocan las variaciones ambientales y las perturbaciones antrópicas. La aplicación de estas técnicas resulta fundamental para evaluar el ritmo de sedimentación del medio.

Otros beneficios sociales que se pretenden con la ejecución del presente proyecto radican en la generación de empleo entre la población activa de la zona donde se desarrolla el proyecto, así como la implicación, mediante programas de educación ambiental hacia la población local.

### **4. Descripción**

#### **Diagnóstico de la situación**

Los beneficios sociales y ambientales que proporcionan los humedales son:

- Suministro de agua tanto para la explotación directa como para la recarga de acuíferos por infiltración.
- Regulación de flujos de para el control de inundaciones; prevención y protección contra el ingreso de aguas saladas que afecten a aguas subterráneas y aguas dulces superficiales.
- Protección contra las fuerzas de la naturaleza, como tormentas, huracanes, retención de sedimentos, nutrientes y tóxicos
- Fuente de productos naturales como madera, los derivados de la vida silvestre y acuática, producción de energía, recreación y turismo.
- Investigación y educación ambiental.
- Biodiversidad y patrimonio cultural.

En tiempos recientes, la distribución de los hábitats de turbera se ha reducido en Europa más que en cualquier otro continente, con la pérdida de aproximadamente el 60% de la superficie de hábitats húmedos. Es difícil caracterizar con precisión la situación en la que se encuentran los humedales en España, aunque un análisis de la

información disponible en el caso de los sitios Ramsar españoles arroja unos resultados en absoluto positivos:

- ✓ El 12% de los sitios está bien conservado.
- ✓ El 15% está en un estado moderado.
- ✓ El 24% está en un estado pobre.
- ✓ El 30% está en un estado muy pobre.
- ✓ El 19% está en evaluación.



Turbera de Padul. Fuente: [www.adurcal.com](http://www.adurcal.com)

Los hábitats objeto del proyecto son especialmente delicados, por lo que es necesario un seguimiento muy exhaustivo de la respuesta que puedan tener a las acciones de generación o restauración llevadas a cabo.

Se precisa, por tanto, contar con datos científico-técnicos que avalen los criterios de gestión y restauración de los hábitats de turberas o humedales comunes para toda la región biogeográfica.

Se recurrirá a técnicas paleo-ambientales, mediante la realización de transeptos sobre depósitos naturales en áreas con una homogénea e importante tasa de sedimentación, susceptibles de registrar la variabilidad climática en períodos cortos. También se deben analizar muestras del suelo usando “cores” y técnicas sedimentológicas isotópicas. Obtenidas las secuencias, se tratarán mediante técnicas de «hindcasting» (análisis retrospectivo y estadístico para este tipo de fenómenos, que puede ser de ayuda para planificar mejor los usos). Se recomienda la monitorización toxicológica del suelo, para evitar contaminación.

Otro aspecto importante es el análisis físico-químico de la zona inundable, mediante métodos estandarizados, en los que se incluirá tanto la determinación de parámetros in situ (concentración de O<sub>2</sub>, salinidad, temperatura, pH y turbidez) mediante sondas

multiparamétricas. También se deben analizar los principales nutrientes como, cationes, aniones, metales pesados, sólidos en suspensión y DBO<sub>5</sub> (Demanda Biológica de Oxígeno), y DQO (Demanda Química de Oxígeno).

Estos trabajos pueden incluir el uso de tecnología fluorométrica PAM que aporten datos sobre la dinámica temporal, fenología y nivel de estrés de las plantas vasculares que albergan estos humedales.

La evaluación se realizará con el objetivo de detectar cambios que puedan comprometer la dinámica natural de estas poblaciones. Las afecciones consecuencias de los ciclos térmicos se valorarán mediante el establecimiento de una red de sensores (sondas multiparamétricas) para el registro continuo de temperatura (aire, suelo, agua) y humedad (aire, suelo); posteriormente estos datos se confrontarán/compararán con los datos procedentes de las estaciones meteorológicas existentes cercanas publicadas en sus páginas webs.

### **Selección de especies**

#### ➤ **Vegetación**

Las zonas húmedas acogen a una combinación particular de flora, fauna, hongos y microorganismos. Estos hábitats de humedales se distinguen bien por el dominio de musgos y juncos, entre otras especies adaptadas a condiciones abióticas extremas.

En primer lugar, se restaurará la vegetación típica de estos ecosistemas húmedos, adecuándose a la edafología del lugar. Como recomendación europea, las principales especies para reforestar son musgos y juncos; por ejemplo, musgo español (*Tillandsia usneoides*) y juncos (*Juncus effusus*), pues son plantas acuáticas que se utilizan en restauraciones ambientales de zonas húmedas y sirven de cobijo a las faunas locales. Las plantas carnívoras como *Drosera rotundifolia* también juegan un importante papel en la red trófica debido a su interacción con los insectos.

Como resultado del estudio de la vegetación en humedales salinos de Andalucía, se muestra la descripción y caracterización de una nueva asociación halófila desarrollada en los saladares de la Hoya de Baza (Granada). Se trata de una fitocenosis dominada por *Sarcocornia fruticosa*, junto a otros nanofanerófitos suculentos y hemicriptófitos rosulados entre los que destaca el endemismo local *Limonium majus*.

#### ➤ **Microorganismos**

Son organismos microscópicos que forman parte del fitoplancton, considerados como uno de los bioindicadores de alerta temprana más eficientes, ya que pueden determinar de manera precisa y rápida la calidad de los sistemas acuáticos.

Fitoplancton: Cyanophyta, Microcoleus lacustris, Euglenophyta etc. Serán nuestros bioindicadores de calidad.

Zooplancton: Rotíferos.

#### ➤ **Fauna**

Otra importancia significativa de los ecosistemas húmedos es que son espacio designado como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Por lo tanto, es importante el censo anual de especies migratorias que durante sus rutas descansan en estos lugares.

En los ambientes húmedos son característicos los anfibios y reptiles (culebras, lagartijas, sapos, ranas, etc.), peces (cacho y carpa común) e insectos, tales como mariposas diurnas, abejas de la miel, libélulas y mosquitos entre muchas otras especies.

En humedales salinos son referentes los crustáceos.

#### ➤ **Hongos/setas**

Estos sistemas donde abundan la humedad y la materia orgánica en descomposición por eso es indispensable la presencia de setas u hongos, algunos ejemplos son: *Agrocybe aegerita* (Seta de chopo), *Auricularia auricula-judae* (Oreja de Judas), *Coprinopsis nívea* (Coprino blanco de nieve).

En este apartado queda recogida la red trófica asociada a los ecosistemas húmedos.

#### **Método de introducción**

- **Musgo español** (*Tillandsia usneoides*): Se coloca generalmente en conchas o sobre roca, pizarra o madera flotante. No cubrir la base de las plantas con musgo o se pudrirá.

Las hojas del musgo están cubiertas con una capa de células especiales que absorben el agua. Son capaces de absorber la humedad y los nutrientes del aire o del polvo. Por lo tanto, la mayor parte de las especies no necesita tierra, y la planta se puede colgar directamente al aire o brotar en madera, corcho y piedra.

Los fertilizantes ayudan en las temporadas de crecimiento adecuadas, como los intervalos entre primavera-verano u otoño-invierno. La mayoría de las especies abren sus estomas (pequeños poros) por la noche, por lo cual la fertilización es más efectiva en este momento. El musgo es sensible a la urea, el cobre, el boro, el zinc y otros componentes. Es opcional, pero mejorará su aspecto un abonado bajo en nitrógeno mensual durante la primavera y el verano. Durante el resto del año hay que dejarlo descansar de abonos, pero no de riegos. Lo más importante es que el agua tiene que estar presente siempre.

Tan solo un cultivo inadecuado o las condiciones ambientales adversas, como la alta densidad de siembra, un ambiente mal ventilado, la deshidratación, la alta temperatura o la alta humedad, pueden debilitar al musgo español. No es propensa a las plagas ni a las enfermedades.

- **Junco común (*Juncus effusus*):** Los juncos son plantas acuáticas y crecen en ecosistemas húmedos. El único punto crítico para esta planta es que no le falte agua en ningún momento, por lo que es preciso el control del nivel de agua en los humedales. Necesitan unas condiciones de continua humedad en el sustrato.

Se multiplican con una simple división de mata al comienzo de primavera. El abonado es opcional, pero mejorará su aspecto, mediante un abonado bajo en nitrógeno mensual durante la primavera y el verano. Durante el resto del año hay que dejarlo descansar de abonos, pero no de riegos. *Juncus effusus* es una planta resistente a enfermedades, plagas y fuego. Puede tolerar períodos de inundaciones y sequías. La capacidad de la planta para crecer en áreas muy húmedas la hace útil en los esfuerzos de creación y conservación para estabilizar la erosión del suelo debido a la escorrentía superficial.

- **Rocío del sol común (*Drosera rotundifolia*):** Al ser una especie catalogada en peligro de extinción, su reintroducción en ecosistemas húmedos es una medida para reducir su vulnerabilidad a la pérdida poblacional de esta especie.

Esta planta insectívora puede subsistir en suelos pobres en nitrógeno, debido a que obtiene los nutrientes que necesita de los insectos por lo cual crece naturalmente en pantanos ácidos. Se recomienda cultivar esta planta en un suelo arenoso de turba donde, con los cuidados necesarios, prosperara de manera exitosa. Su reproducción viene dada a partir de brotes de hojas que forman plántulas o cuando ocurren brotes adicionales, formando rosetas secundarias. A medida que el tallo decae, las rosetas secundarias se separan y se desarrollan generalmente en el otoño. Para que la reproducción del rocío del sol común sea exitosa se deben mantener las condiciones adecuadas de suelo, temperatura y un alto nivel de humedad.

- **Siempreviva (*Limonium*):** Su siembra se realiza mediante semillas, aplicando dos técnicas:
  - Sembrado directo del fruto, surgiendo de uno a siete plantones.
  - Semillas individuales escarificadas, para una germinación más rápida y homogénea.

El sustrato para la siembra debe prepararse a base de una mezcla de 1/3 de turba de gran calidad, 1/3 de arena silíceo limpia y 1/3 de tierra vegetal (estiércol, tierra fina, turba y sílice). Las semillas se depositarán sobre pequeños surcos y se cubrirán

con turba muy fina o arena. La condición óptima para la obtención de las plántulas será con una humedad relativa del 70-80% y una temperatura de 15-25º C. El sustrato debe mantenerse con un adecuado grado de humedad, sin encharcamientos. Cuando las plantitas se han desarrollado, se trasplantan a tiestos de 7,5 a 10 cm de altura hasta el momento del trasplante definitivo. Entre las plagas que pueden afectar al *limonium* destacan las orugas, pulgones y araña roja.

### **Cuidados posteriores a la gestión y conservación de humedales y turberas.**

Las principales amenazas para estos ecosistemas son la extracción incontrolada de turba, así como la contaminación por aguas residuales y pesticidas agrícolas, los cuales provocan la degradación de los canales de riego que abastecen las charcas, lagunas y turberas. Otro riesgo son los incendios periódicos intencionados del carrizal.

Con el fin de mantener adecuadamente estos ecosistemas, se recomienda:

- Regeneración de zonas degradadas: Para mejorar la calidad estética y ambiental del entorno, se debe proceder a la recogida de todos los residuos sólidos urbanos y agrícolas existentes en el ámbito de actuación, procedentes de vertidos incontrolados. Por otro lado, el desbroce de la vegetación ruderal y exótica que ocupa los caminos y canales existentes en el espacio natural.
- Mejora de infraestructuras de uso público: Por ejemplo, rehabilitar o instalar casetas de anillamiento y de observación aves, mejorar las pasarelas, caminos y acceso público en general.
- Colaborar con actividades de difusión y educación ambiental: Es necesario involucrar a la población en la conservación de estos espacios.
- Monitoreo de los índices de calidad ambiental: Deberán de seguir un seguimiento científico-técnico de los parámetros descritos anteriormente que nos muestran el estado de calidad del ecosistema.
- Calcular la absorción de CO<sub>2</sub>: La capacidad y valores de absorción de dióxido de carbono en ecosistemas se calcula con un alcance de 30 años tras las medidas de gestión aplicadas.

## 5. Temporalización.

A continuación, se ofrece varias tablas con la planificación de las actuaciones a realizar.

Año	Transecto en depósitos naturales	técnicas sedimentológicas isotópicas (Core)	“Hindcasting” Planificación de usos	Examen toxicológico
1	X	X		X
2			X	
3				X
4	X			
5		X	X	X

Tabla 1: Planificación de actuaciones en el suelo/sustrato.

Las condiciones del suelo o sustrato sobre el que se van a desarrollar los humedales y turberas es de vital importancia. Como se ha expuesto anteriormente deben ser suelos húmedos, nutridos y con condiciones biológicas óptimas para la vida.

Se ha considerado un ciclo de 5 años para el control de calidad de los suelos, este calendario puede repetirse y combinarse con la planificación de la vegetación “Tabla 2” pues están estrechamente relacionadas.

AÑO	Musgo español	Junco común	Rocío del sol común	Siempre viva
1	Plantación	Plantación	Plantación	Plantación
2	Abonado		Control enfermedades y plagas	Abonado
3		Control enfermedades y plagas	Censo de individuos	
4				
5	Abonado	Abonado		Control enfermedades y plagas
6	Censo de individuos	Censo de individuos	Censo de individuos	Censo de individuos
7				
8			Plantación	
9	Control enfermedades y plagas		Censo de individuos	
10	Abonado	Abonado	Control enfermedades y plagas	Abonado
11				Control enfermedades y plagas
12			Censo de individuos	Censo de individuos
13		Control enfermedades y plagas		

<b>14</b>		Control enfermedades y plagas	
<b>15</b>	Control enfermedades y plagas	Censo de individuos	Control enfermedades y plagas

Tabla 2: Planificación de actuaciones en la vegetación.

En la tabla 2 consideraremos 15 años de actuaciones sobre la vegetación, en caso de disminución del censo de individuos se procederá a plantar nuevos. Después de estos años la vegetación solo necesitara una monitorización de la densidad en el número de individuos y controles de plagas y enfermedades en especies sensibles.

Año	Temperatura	Ph	Turbidez	DBO	DQO
1	X	X	X	X	X
2					
3					
4					
5	X	X	X	X	X
6					
7					
8					
9	X	X	X	X	X
10					
11					
12					
13	X	X	X	X	X
14					
15					
16					
17	X	X	X	X	X
18					
19					
20					
21	X	X	X	X	X
22					
23					
24					
25	X	X	X	X	X
26					
27					
28					
29	X	X	X	X	X
30					

Tabla 3: Control de calidad en el medio acuático.

Para la tabla 3 se ha elegido una temporalidad de 30 años en su monitoreo debido a ser el tiempo mínimo necesario para establecer la absorción de CO<sub>2</sub> como servicio ecosistémico.

Estos parámetros están estrechamente relacionados con la vegetación de la zona y aún más con la fauna del lugar, dado que de la calidad del agua determina la salud del ecosistema y su biodiversidad.

## 6. Presupuesto.

La Ley de Humedales tiene por objeto establecer los presupuestos mínimos para la conservación y uso racional y sostenible de los humedales en todo el territorio nacional.

Las restauraciones de humedales y turberas conllevan unos elevados presupuestos, siendo este el hándicap de este tipo de proyectos. Es imprescindible el apoyo de las distintas administraciones públicas implicadas para conseguir los fondos necesarios para realizar estas intervenciones.

Entre los años 2003 -2006 se ejecutó la restauración de 7.198 hectáreas de tres humedales en la provincia de Córdoba: Laguna de Fuente de Piedra, Marismas de Odiel y lagunas al sur de Córdoba. En la siguiente tabla se especifican los detalles:

LIFE HUMEDALES: CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HUMEDALES ANDALUCES				
<b>PROMOTOR/ BENEFICIARIO</b>	Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.		<b>REFERENCIA PROYECTO</b>	LIFE03 NAT/E/000055
<b>LOCALIZACIÓN</b>	Córdoba	Andalucía	<b>PERIODO DE EJECUCIÓN</b>	2003-2006
<b>SUP. ORIGINAL</b>	25.121 ha		<b>SUP. RESTAURADA</b>	7.198 ha
PRESUPUESTO				
<b>TOTAL</b>	2.913.526 euros			
<b>FINANCIACIÓN PRINCIPAL</b>	Fondos LIFE: 1.456.763 euros			
<b>PARTNERS/SOCIOS</b>	Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía: 1.456.763 euros			

TÉCNICAS DE RECUPERACIÓN
<p><b>Laguna Fuente de Piedra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regeneración de terrenos circundantes: compra y recuperación de 120 ha dedicadas a la agricultura. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Repoblación de estos terrenos con especies autóctonas, sobre todo palustres y tarayes.</li> <li>▪ Introducción de especies de bosque mediterráneo en los terrenos no inundables.</li> </ul> </li> <li>- Mejora de la calidad de las aguas: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Constitución de un sistema de canales con compuertas que permiten manejar los caudales antes de entrar a la laguna para gestionar así los vertidos procedentes de las tres EDAR. En estos canales la vegetación actúa como filtro verde, absorbiendo nutrientes del agua.</li> <li>▪ Actuación en los cauces y desembocaduras de tres arroyos que vertían aguas procedentes de tierras agrícolas a la Laguna de Fuente de Piedra. Clausura de los canales de drenaje y eliminación de muros laterales de cauces y canales</li> </ul> </li> </ul>

- para volver a inundar terrenos que depuran el agua antes de la entrada a la laguna.
- Recuperación de Laguna de Cantarranas:
    - Restauración hidrológica de un arroyo cercano, controlando sus flujos mediante compuerta en el canal. Con esto se han recuperado casi 10 ha.
    - Retirada de sedimentos arrastrados desde las pendientes de un olivar cercano y aprovechamiento de éstos para construir en la orilla un muro que retenga los nuevos arrastres.
    - Repoblación del resto de terrenos alrededor de la laguna para combatir la erosión.
  - Recuperación del Laguneto del Pueblo (recibía los vertidos de la EDAR Fuente de Piedra II):
    - Retirada de los lodos acumulados en el fondo.
    - Construcción de un sistema de compuertas para controlar los flujos de agua y mantener el nivel en buenas condiciones.
    - Creación de islotes en la zona central que facilitan la reproducción de limícolas, lárvidos y otras aves acuáticas.
  - Recuperación del hábitat de nidificación:
    - Restauración mediante elevación y protección frente a la erosión de tres islotes formados por los restos de antiguas estructuras salineras que sirven como territorios de reproducción a las colonias de aves acuáticas, al situarse a salvo de los depredadores y las inundaciones.
    - Instalación de dos islotes flotantes que permiten la reproducción de pagazas piconegras en condiciones de niveles altos de agua.
  - Uso público y participación:
    - Construcción de dos senderos, cinco observatorios y un mirador, además de la correspondiente señalización de uso público.
    - Jornada con las personas mayores de Fuente de Piedra para conocer su opinión sobre las actuaciones.
    - Campos de voluntariado durante dos años consecutivos donde 33 jóvenes han colaborado.
- Marismas de Odiel:**
- Restauración funcional de la marisma mediante aberturas en los diques donde antes existían canales o caños, que comunicaban las mareas con las marismas de la zona de Astur para mejorar el flujo de agua y poder controlar el nivel.
  - Depuración de aguas residuales y creación de una laguna dulce de 7 ha en la zona de las marismas a partir de unos antiguos diques, que sirva de refugio para muchas especies de aves.
  - Construcción de un sendero y un observatorio.
  - Revegetación del borde de la marisma para, por un lado, recuperar el paisaje original y, por otro, ocultar las zonas más frágiles de posibles presiones por la afluencia de visitantes.
- En las lagunas del sur de Córdoba:**
- Estudios hidrogeológicos para mejorar el conocimiento de su funcionamiento y características fundamentales:
    - Instalación de estaciones meteorológicas y sondeos para el seguimiento de las aguas subterráneas, tras demostrarse su influencia primordial en la conservación de las lagunas.
  - Laguna Amarga:
    - Compra de la finca “Las caras de la laguna”, cuyas laderas pronunciadas vierten a sus aguas.
    - Revegetación de la zona con bosquetes mediterráneos.
    - Corrección de pequeños diques de varias cárcavas que vertían sedimentos y fitosanitarios a la laguna.
  - Laguna del Rincón:
    - Recuperación de la antigua laguna de Santiago, colindante y drenada para su uso agrícola: restablecimiento del flujo con agua de la laguna del Rincón, excavación del fondo para dar diversas profundidades, repoblación de las orillas con especies de ribera y creación de un islote central (refugio de más especies).
    - Construcción de un sendero y un observatorio. Instalación de señales interpretativas y de orientación.
- Acciones complementarias:**
- Campaña de concienciación general sobre el proyecto LIFE y la conservación de los humedales andaluces: exposición itinerante, folletos, carteles, pegatinas, material educativo y mantenimiento de página web.

Como se observa, la financiación conjunta de los Fondos LIFE y de la Junta de Andalucía da viabilidad a este tipo de proyectos. Tomando como referencia el proyecto de restauración anteriormente expuesto, el coste de recuperación de este humedal es de 405 €/ha.

En el periodo 2010-2015 se efectuó la restauración ambiental de la Laguna de los Tollos, en la provincia de Cádiz. Se recuperaron 83,29 hectáreas de humedal.

LIFE LOS TOLLOS: PROYECTO BASE PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA LAGUNA DE LOS TOLLOS				
<b>PROMOTOR/ BENEFICIARIO</b>	Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.		<b>REFERENCIA PROYECTO</b>	LIFE09 ENV/ES/000472
<b>LOCALIZACIÓN</b>	Los Tollos (Cádiz)	Andalucía	<b>PERIODO DE EJECUCIÓN</b>	2010-2015
<b>SUP. ORIGINAL</b>	83,29 ha		<b>SUP. RESTAURADA</b>	83,29 ha
PRESUPUESTO				
<b>TOTAL</b>	7.947.463 euros			
<b>FINANCIACIÓN PRINCIPAL</b>	Consejería de Medio Ambiente: 4.723.636,87 euros.			
<b>PARTNERS/SOCIOS</b>	- Fondos LIFE: 3.123.236 euros. - Ayuntamiento de El Cuervo (Sevilla): 5.664,32 euros. - Ayuntamiento de Jerez de la Frontera: 32.526 euros. - Universidad de Pablo de Olavide: 62.400 euros. <u>Conjunto: 3.223.826,32 euros.</u>			

TÉCNICAS DE RECUPERACIÓN
<p>Compra de la laguna por parte de la Consejería de Medio Ambiente y su incorporación como propiedad pública.</p> <p><b>RESTAURACIÓN DE LA RED HÍDRICA NATURAL:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anulación del canal perimetral de la finca y el restablecimiento de los cauces desviados. Se reconectará cada obra de paso del camino rural con la laguna.</li> <li>- Control de la erosión remontante se realizará a nivel de arroyo mediante un estudio hidrológico. Las actuaciones planteadas se determinarán en dicho estudio, no obstante, se prevé la creación de una batería de balates que generen una pendiente de equilibrio y no interrumpan el tránsito de los anfibios.</li> <li>- La barrera para anfibios se interrumpirá a la altura de las obras de paso para que los ejemplares atraviesen la autopista por debajo.</li> <li>- La reforestación de los arroyos se desarrollará en los tramos que recuperan el trazado original. Se implantará una banda de vegetación en cada margen en densidad de 1 planta/m de arroyo.</li> </ul>

CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adecuación para el uso recreativo. Las instalaciones recreativas se realizarán sobre los terrenos que alberguen el ecosistema forestal.</li> <li>- Instalaciones de educación ambiental. Se instalarán en las inmediaciones de la laguna de Los Tollos y comprende observatorios y paneles informativos.</li> <li>- Estructuras para la fauna. Su objetivo es crear zonas de refugio y cría para la fauna en la zona colindante restaurada como monte mediterráneo. Se prevé la construcción de los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pedregal: Montículo de piedras para que sirva de refugio a un grupo diverso de especies (reptiles, ratones, erizos, etc.).</li> <li>▪ Majanos: Zona de cría para el conejo creado mediante un montículo de tierra con piedras.</li> <li>▪ Primillar: Se creará una torre cuadrangular con nidales para cernícalo en su paramento y nidales para rapaces nocturnas en la cubierta. Se diseñará para integrarla en la arquitectura rural de la campiña.</li> </ul> </li> </ul>

La financiación corrió a cargo de los Fondos Life, Ayuntamiento de El Cuervo (Sevilla), Ayuntamiento de Jerez de la Frontera (Cádiz) y la Universidad Pablo de Olavide. El coste total ascendió a 95.419 €/ha.

La variabilidad presupuestaria es enorme para este tipo de proyectos, ya que como se observa, siendo mayor el número de actuaciones en el proyecto de restauración en Córdoba, la restauración en la Laguna de los Tollos (Cádiz) tiene un presupuesto mucho más elevado. Esto se puede explicar en relación a los diferentes tipos de trabajos que puede requerir la restauración de un humedal, ya que trabajos tales como la reforestación de los arroyos que está contemplada en este último plan, pueden llegar a encarecer enormemente los costes de restauración.

En lo que respecta a la **absorción de dióxido de carbono** esperada del proyecto, Penélope Serrano-Ortiz, del Centro Andaluz del Medio Ambiente (CEAMA-IISTA) de la Universidad de Granada, realizó un estudio de la absorción y emisión de dióxido de carbono y metano en la **Laguna de Padul (Granada)**. Los resultados obtenidos muestran que en 2014 el humedal de “El Padul” se comportó como un importante sumidero, asimilando  $660 \pm 150 \text{ g CO}_2\text{-eq m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ , lo que equivale a **6,6 ± 1.5 toneladas CO<sub>2</sub> /ha al año** mostrando un comportamiento similar al de los bosques templados que pueden llegar a absorber entre 100 a 660 g C m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup> (Valentini et al., 2000).

## 7. Indicadores de evaluación de los resultados del proyecto.

### INDICADOR 1: Incremento temporal de absorción de dióxido de carbono.

Incremento porcentual de absorción de CO<sub>2</sub> = [(Valor absorción año  $x$  – Valor absorción año  $x-1$ )/ Valor absorción año  $x-1$ ]\*100.

### INDICADOR 2: Balance de la diversidad ecosistémica.

Incremento porcentual de especies representativas = [(Nº especies censadas año  $x$  – Nº especies censadas  $x-1$ )/ Nº especies censadas  $x-1$ ]\*100.

### INDICADOR 3: Buena salud ambiental en zonas húmedas.

- Análisis hidrológicos: Profundidad del agua, patrones y tasas de flujo.
- Análisis de calidad del agua: Salinidad, pH, nutrientes, contaminantes, metales pesados y niveles de sedimento.
- Análisis de suelo: Profundidad del suelo, color, textura, materia orgánica y sedimentación.
- Análisis de la vegetación: Diversidad de especies, cobertura, supervivencia, altura, estructura y reproducción.
- Análisis de la fauna: Diversidad y abundancia de especies, supervivencia y éxito reproductivo.

## 8. Documentación de referencia.

MANUAL DE RESTAURACIÓN DE HUMEDALES MEDITERRÁNEOS. JUNTA DE ANDALUCÍA.

RECOPIACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN HUMEDALES ESPAÑOLES. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE.

TURBERAS ÁCIDAS DE ESFGANOS. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO.

[https://www.miteco.gob.es/en/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/71\\_tcm38-196858.pdf](https://www.miteco.gob.es/en/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/71_tcm38-196858.pdf)

**MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DE TURBERAS. LIFE TREMEDAL.**

<https://lifetremedal.eu/wp-content/uploads/Manual-de-buenas-practicas-en-la-gestion-deturberas-y-humedales.pdf>

**HÁBITATS DE TURBERAS EN LA RED NATURA 2000. HORREUM- IBADER.**

<https://lifetremedal.eu/wp-content/uploads/HabitatsdeTurberaenlaRedNatura2000-94.pdf>

**SERRANO- ORTIZ, P. ET AL. TRANSITION PERIOD BETWEEN VEGETATION GROWTH AND SENESCENCE CONTROLLING INTERANNUAL VARIABILITY OF C FLUXES IN A MEDITERRANEAN REED WETLAND. CENTRO ANDALUZ DEL MEDIO AMBIENTE (CEAMA-IISTA). UNIVERSIDAD DE GRANADA. 2019.**

**HIDALGO CAMARERA, P.C. ET AL. CUANTIFICACIÓN DE LAS RESERVAS DE CARBONO DEL HUMEDAL DE YANAYACU (CÁTAC-PERÚ). CENTRO DE EXPERIMENTACIÓN TUYU RURI. UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO. 2012.**

**INVENTARIO DE HUMEDALES DE ANDALUCÍA. JUNTA DE ANDALUCÍA.**

[https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice//asset\\_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/inventario-de-humedales-de-andalucia-ada-ih-a/20151](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice//asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/inventario-de-humedales-de-andalucia-ada-ih-a/20151)

**RESTAURACIÓN DE TURBERAS. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA.**

[https://www.bizkaia.eus/home2/archivos/DPTO9/Temas/Life/SEMINARIO\\_FINAL/MONOGRAFICO%20TURBERA/Identificacion,valoracion\\_%20y\\_restauracion\\_de\\_turberas\\_contribuciones\\_riecientes.pdf?hash=b7350810a1715a4ebf3724d28e6bb5a1&idioma=CA](https://www.bizkaia.eus/home2/archivos/DPTO9/Temas/Life/SEMINARIO_FINAL/MONOGRAFICO%20TURBERA/Identificacion,valoracion_%20y_restauracion_de_turberas_contribuciones_riecientes.pdf?hash=b7350810a1715a4ebf3724d28e6bb5a1&idioma=CA)

**SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LOS HUMEDALES ESPAÑOLES HASTA 2030.**

[https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-yconectividad/situacionhumedalesfebrero2020\\_tcm30-522420.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-yconectividad/situacionhumedalesfebrero2020_tcm30-522420.pdf)

**LENDÍNEZ, M.L., MARCHAL, F.M., SALAZAR, C. UNA NUEVA ASOCIACIÓN DE VEGETACIÓN HALÓFILA EN EL SURESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA (ESPAÑA): LIMONIO MAJORISSARCOCORNIETUM FRUTICOSAE. DPTO. BIOLOGÍA ANIMAL, BIOLOGIA VEGETAL Y ECOLOGÍA. FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES. UNIVERSIDAD DE JAÉN.**

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/53875/Una%20nueva%20asociaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**ATLAS DE ORGANISMOS PLANCTÓNICOS EN LOS HUMEDALES DE ANDALUCIA. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. JUNTA DE ANDALUCIA.**

[https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/rediam/contenidos\\_ordenacion/PDF/Atlas\\_Org\\_Planctonicos\\_1.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/rediam/contenidos_ordenacion/PDF/Atlas_Org_Planctonicos_1.pdf)

**HUMEDALES Y TURBERAS DE PADUL. WASTE MAGAZINE.**

<https://wastemagazine.es/humedales-padul.htm>

**MEMORIA DE ACTUACIONES EN MATERIA DE HUMEDALES 2016. CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACION DEL TERRITORIO. JUNTA DE ANDALUCIA.**

[https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/servicios\\_generales/doc\\_tecnicos/publicaciones\\_renpa/memoria\\_humedales\\_2016/memoria\\_humedales\\_2016.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/servicios_generales/doc_tecnicos/publicaciones_renpa/memoria_humedales_2016/memoria_humedales_2016.pdf)

**RECOPIACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN HUMEDALES ESPAÑOLES. MAPAMA. 2017.**

[https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conservacion-de-humedales/PG\\_Restauracion\\_de\\_humedales%20.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conservacion-de-humedales/PG_Restauracion_de_humedales%20.aspx)

## **9. Revisión de instrumentos de financiación**

**PROYECTO LIFE:** El Proyecto LIFE es el Programa de la Unión Europea para el Medio Ambiente y la Acción Climática para el periodo 2021-2027 y es uno de los principales contribuyentes al Pacto Verde Europeo.

### **Presupuesto del Programa LIFE**

La dotación financiera total para la ejecución del Programa LIFE durante el periodo 2021-2027 asciende a 5.432.000.000 €.

Al menos el 85% del presupuesto del Programa se asignará, principalmente, a subvenciones para proyectos. Una parte muy reducida de este porcentaje se asignará a instrumentos financieros y a otras formas de financiación.

El desglose presupuestario de los subprogramas será el siguiente:

Área de Medio Ambiente: 3.488.000.000 €

Subprograma “Naturaleza y Biodiversidad”: 2.143.000.000 €

Subprograma “Economía Circular y Calidad de Vida”: 1.345.000.000 €

Al menos un 60 % del presupuesto asignado a proyectos en el área «Medio Ambiente» se dedicará a subvenciones para proyectos que apoyen el subprograma «Naturaleza y Biodiversidad.

Área de Acción por el Clima: 1.944.000.000 €

Subprograma “Mitigación del Cambio Climático y Adaptación a este”: 947.000.000 €

Subprograma “Transición hacia las Energías Limpias”: 997.000.000 €

## **FUNCIONAMIENTO Y APLICACIÓN DE LOS BANCOS DE HÁBITATS.**

Los bancos de hábitats constituyen un ejemplo de permisos negociables, pero de tipo "credit trading programs". En este caso se trata de convertir las compensaciones medioambientales en activos con los que negociar, modificando así la estructura de incentivos y el comportamiento mediante la asignación de derechos de propiedad y la creación de mercados. De esta manera, los bancos de hábitats permiten la transacción de "créditos medioambientales", patrimonio natural creado a través de proyectos de creación, restauración, mejora o preservación de hábitats y ecosistemas, con el fin de compensar el "débito ambiental" generado por daños ocasionados por las actividades económicas.

El objetivo final de los bancos de hábitats es conseguir el principio de "pérdida neta", o preferiblemente ganancia neta, de la biodiversidad en términos de composición de especies, estructura de hábitats y servicios proporcionados por los ecosistemas.

El modelo de MAP está diseñado con el objetivo de proporcionar información fiable sobre las necesidades prioritarias de financiación relacionadas con Natura 2000, con vistas a su incorporación en los instrumentos de financiación de la UE en el próximo marco financiero plurianual (MFP) 2021- 2027.

## **FONDO NACIONAL DE HUMEDALES**

El Proyecto puede acogerse al "Fondo Nacional de Humedales", destinado a financiar los objetivos del Programa Nacional de Conservación de Humedales. Por ejemplo, la adquisición de bienes y servicios necesarios para el cumplimiento de los objetivos de la Ley, la compensación a las jurisdicciones que conservan sus humedales y valorar los servicios ecosistémicos que éstos brindan, la implementación de redes de monitoreo y sistemas de información de los humedales.

## **HORIZONTE EUROPA**

**Horizonte Europa:** Hasta 94.400 millones de euros para impulsar el apoyo europeo a actividades de investigación e innovación relacionadas con la salud y el clima.

- Próxima convocatoria: Dejar a la naturaleza hacer el trabajo: Renaturalizar paisajes para el secuestro de carbono, adaptación al cambio climático y apoyo a la biodiversidad.

## FONDOS NEXT GENERATION

- **Política Palanca 2:** Infraestructuras y ecosistemas resilientes. Componente 4. Conservación y restauración de ecosistemas. Programas de restauración.
  - **C4.I2. Conservación de la biodiversidad terrestre y marina,** comprende un conjunto de inversiones directas y líneas de subvenciones destinadas a la conservación de la biodiversidad tanto terrestre como marina, así como apoyo a la implementación de la Reforma 1: especies amenazadas, infraestructuras de gestión y uso público en espacios protegidos, creación de los sistemas de gestión de biodiversidad marina, recuperación de humedales, o control del comercio internacional de especies silvestres.
  - **C.4.I3. Restauración de ecosistemas e infraestructura verde,** comprende un conjunto de inversiones y líneas de subvenciones en apoyo a la implementación de la Reforma 2: restauración de ecosistemas naturales, recuperación de zonas alteradas por actividades mineras, fomento de la conectividad e iniciativas en entornos urbanos destinadas a su reverdecimiento y acercamiento de la naturaleza.
  - **C5.I2. Seguimiento y restauración de ecosistemas fluviales,** recuperación de acuíferos y mitigación del riesgo de inundación. Con esta inversión se pretende llevar a cabo el seguimiento y restauración de ecosistemas fluviales y Reservas Naturales Fluviales; actuaciones para mitigar el riesgo de inundación; y la adopción de medidas de reducción de la extracción de agua subterránea (recuperación de acuíferos) con la aplicación de recursos alternativos.

**ORDEN TED/1476/2021, de 27 de diciembre,** por la que se regulan las bases para la concesión de ayudas, en régimen de concurrencia competitiva, dirigidas a proyectos de infraestructuras ambientales, sociales y digitales en municipios de zonas afectadas por la transición energética en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, y se procede a la convocatoria de las mismas. Las ayudas se financiarán con cargo a las aplicaciones presupuestarias 2022-2026.

Esta orden tiene como objetivo financiar proyectos que orienten los servicios públicos municipales hacia la innovación, el apoyo al emprendimiento, la digitalización y la protección del medio ambiente, con el fin último de retener y atraer población. Estos proyectos podrán obtener una financiación de hasta el 100% de los costes, incluido el IVA.

En el apartado de medioambiente, estas ayudas contemplan la financiación de equipamientos ambientales para la puesta en valor del medio natural, la mejora de servicios ambientales y la regeneración de zonas, como por ejemplo:

- ✓ Acondicionamiento o realización de caminos, senderos y paseos fluviales para la recuperación del patrimonio y recursos naturales.
- ✓ Creación de infraestructuras verdes y azules, como por ejemplo áreas de interpretación de la naturaleza.
- ✓ Rehabilitación, reforestación y puesta en valor de terrenos de dominio público.
- ✓ Restauración de terrenos, vertederos y otros lugares degradados y contaminados para la recuperación de la biodiversidad y flora autóctona de los espacios naturales y puesta en valor de los mismos para su aprovechamiento comunitario.

En dicha línea, el ITJ ofrece un servicio de asesoramiento con el objetivo de facilitar la presentación de los proyectos a los ayuntamientos, especialmente los más pequeños.