

A photograph of a waterfall cascading down a rocky, moss-covered cliff. The water is clear and white as it falls, surrounded by dense green vegetation. The scene is captured from a slightly elevated angle, showing the top of the waterfall where it meets a stone ledge.

Manuales de Desarrollo Sostenible

10. Recuperación de Riberas

FUNDACION



Banco Santander

Manuales de Desarrollo Sostenible

10 ■ Recuperación de Riberas

FUNDACION

 Banco Santander

Este manual está impreso con papeles reciclados y ecológicos,
altamente sostenibles;

cubierta en papel estucado mate Ikonorex Silk
y páginas interiores en papel Cyclus Offset reciclado.

Con la colaboración de SEO/BirdLife



SEO/BirdLife

La Fundación Banco Santander no se hace
responsable de las opiniones vertidas por los autores.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta
publicación sin autorización de la empresa editora.

© Para esta edición y todas las restantes: Fundación Banco Santander

ISBN: 978-84-92543-23-6

Depósito legal: GU-96-2011

Impreso en España / Printed in Spain

Diseño editorial: Investigación Gráfica, S.A. / Alberto Corazón

Imprime: Grafiestudio

La recuperación de riberas es una de las tareas más completas e importantes que pueden llevarse a cabo a la hora de restaurar el medio natural. Su riqueza en biodiversidad y los numerosos beneficios ambientales que se derivan de una ribera en buen estado de conservación, hacen que toda actuación para proteger o rehabilitar uno de estos espléndidos hábitats sea un inmejorable ejercicio de ayuda a la naturaleza y a sus ciclos vitales.

En un territorio como nuestro país, con gran diversidad orográfica, edafológica, climatológica, etc., el sistema fluvial cuenta con una extraordinaria pluralidad biológica, cuya conservación debe ser prioritaria y generalizada, además, potenciando su papel de corredores biológicos que posibilitan la conectividad ambiental.

La Fundación Banco Santander, dentro de su programa de recuperación de espacios naturales degradados, dedica una especial atención a estos ecosistemas, tan frágiles como valiosos e imprescindibles para contar con un medio natural en plenitud. Así, y con la experta colaboración de SEO/BirdLife, que realizó los trabajos de campo, la Fundación acometió la recuperación del barranco del río Salobre, en Hoz de la Vieja (Teruel), una zona de alto valor ecológico que se encontraba muy deteriorada.

Como siempre que la Fundación culmina un proyecto de recuperación ambiental, también esta actuación en el río Salobre ha dado lugar a la edición de un Manual –dentro de nuestra colección Manuales de Desarrollo Sostenible–. En consecuencia, este nuevo número de la colección está dedicado a la recuperación de riberas, con la finalidad de que su publicación pueda ser de utilidad a todos aquellos, que, de una u otra forma, tengan la posibilidad de trabajar en favor de las riberas fluviales. Para ello, el Manual aborda múltiples temas: legislativos, biológicos, técnicos, culturales y sociales, lo que da a su contenido un enfoque multidisciplinar que estimamos necesario.

Redactado por un excelente equipo –con la coordinación de SEO/BirdLife– al que queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento, este Manual quiere también dar testimonio de nuestro firme propósito de seguir apoyando la recuperación del patrimonio natural español; empeño al que invitamos a todos aquellos que se animen a leer estas páginas.

Fundación Banco Santander

Índice

Introducción	
<i>Ramón Martí (SEO/BirdLife)</i>	8
La Directiva Marco del Agua, las riberas y los objetivos de conservación	
<i>David Howell (SEO/BirdLife)</i>	10
Los ríos en buen estado ecológico. Corredores biológicos	
<i>Diego García de Jalón (Universidad Politécnica de Madrid)</i>	14
Amenazas	
Alteración de los regímenes de caudales de los ríos	
<i>Alfredo Ollero (Universidad de Zaragoza)</i>	21
Alteraciones geomorfológicas de los ríos	
<i>Alfredo Ollero (Universidad de Zaragoza)</i>	22
Invasión de especies exóticas en ecosistemas de aguas continentales	
<i>Laura Capdevila-Argüelles, Bernardo Zilletti y Victor Ángel Suárez</i> <i>(Grupo Especialista en Invasiones Biológicas-GEIB)</i>	26
Introducción y características de las zonas de ribera	
Tipos, valores y funciones de estas zonas	
<i>Fernando Magdaleno (Centro Ibérico de Restauración Fluvial-CIREF)</i>	33
Etnobotánica de las riberas, importancia cultural	
<i>Emilio Blanco (Universidad Rey Juan Carlos)</i>	36
Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. Seguimiento ambiental	
<i>Marta González del Tánago (Universidad Politécnica de Madrid)</i>	41

Conservación de humedales de ribera. Reserva Natural del Aiguabarreig <i>M^o Ángeles La Cruz (Oficina de dinamización del Aiguabarreig)</i>	45
Procesos de participación pública en la restauración de ríos <i>Guido Schmidt, Teresa Arribas, Alfonso Cavallé, Antonio López, José Ramón Molina, Elena Palacios, Rafael Morillo, Marta del Valle y Alba Ballester</i>	49
Ejemplos de restauración	
Restauración del río Salobre en Hoz de la Vieja (Teruel) <i>Luis Tirado (SEO/BirdLife)</i>	54
Restauración del río Piedra en Llumes y Cimballa (Zaragoza) <i>Alfonso Calvo (Confederación Hidrográfica del Ebro-CHE)</i>	58
Restauración como humedal de las graveras de Almenara en el río Tormes (Salamanca) <i>Raúl de Tapia, Carlos de Tapia, Manuela Salvado, Rebeca Martín y Víctor Pérez</i> .	62
Restauración ecológica del Corredor Verde del Guadiamar (Sevilla) <i>Carlos Montes (Laboratorio Sociosistemas Universidad Autónoma de Madrid)</i> ...	66
Restauración ambiental de la gravera de Villafranca en Arganda del Rey (Madrid) <i>Ramón Martí (SEO/BirdLife)</i>	70
Proyecto de mejora ambiental del meandro del Plantío en el río Arga (Navarra) <i>Fernando Magdaleno (Centro Ibérico de Restauración Fluvial-CIREF)</i>	74
Restauración de la conectividad entre el río y la marisma de Hesketh (Inglaterra) <i>Rose Laurence (Royal Society for the Protection of Birds-RSPB)</i>	80
Desmantelamiento de la presa de Maison Rouge en la cuenca del río Loire (Francia) <i>Roberto Epple (European Rivers Network-ERN)</i>	84

Glosario	88
Bibliografía	90
Webs	93

AVISO IMPORTANTE

Como parte de nuestro compromiso con el medio ambiente, los *Cuadernos de Sostenibilidad y Patrimonio Natural* y los *Manuales de Desarrollo Sostenible* están disponibles únicamente en la página web de la Fundación Banco Santander (www.fundacionbancosantander.com)

Introducción

El impacto de la actividad humana sobre la naturaleza alcanza actualmente efectos y dimensiones de vital trascendencia. Tal vez el «efecto invernadero», derivado de la emisión de CO₂ procedente del uso de combustibles fósiles y su incidencia sobre el cambio climático, sea uno de esos efectos globales que ejemplifican, dramáticamente, nuestro impacto negativo sobre el medio natural, la biodiversidad y, no conviene olvidarnos, sobre nuestro futuro y el de las generaciones futuras.

Ante esa situación, algunas herramientas de gestión de ese medio natural alterado permiten reducir los efectos adversos provocados por nuestra actividad, y pueden complementar la necesaria adopción de nuevas políticas y legislación específica.

Una de esas herramientas, con un componente claro de acción directa, son las iniciativas de restauración ambiental o restauración ecológica. Se entienden como tales (según la definición propuesta por la SER, Society for Ecological Restoration) el «proceso de reparación del daño causado por la actividad humana sobre la diversidad y la dinámica de los ecosistemas naturales».

La restauración ambiental es una línea de trabajo bien consolidada en diversos países, y también en España se comienza a contar con proyectos y experiencias interesantes. Siendo éste un concepto que queda ya bien reflejado en nuestra legislación.

La Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad incluye numerosas referencias sobre la restauración ambiental, en el marco de la legislación básica de conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y la biodiversidad, y asegura a los ciudadanos el disfrute de un medio ambiente adecuado (artículo 45.2 de la Constitución). La ley aporta como definición de la restauración de ecosistemas el «conjunto de actividades orientadas a restablecer la funcionalidad y capacidad de evolución de los ecosistemas hacia un estado maduro».

Uno de los ecosistemas más afectados a nivel global por la actividad humana son los ríos, dado el tradicional asentamiento humano en sus proximidades (suministro de agua, vía de transporte o desplazamiento, cultivos en sus fértiles vegas, etc.) y su efecto sobre la calidad de sus aguas, derivada de la contaminación urbana, agrícola o industrial, y sobre sus bosques de ribera y vegas fluviales (agricultura, construcción de infraestructuras, alteración de caudales y modificación



Nutria (*Lutra lutra*).
Foto: Eduardo Viñuales

de cauces, urbanización, pérdida y fragmentación de riberas...).

La Directiva Marco del Agua (2000) plantea como objetivo alcanzar para los ríos y humedales europeos un buen estado de conservación en 2015, y la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino también contempla las acciones de restauración como herramienta para la mejora de los sistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres dependientes.

En respuesta a los objetivos y contenidos de este Manual cabe preguntarse ¿cuál es el interés de la restauración ambiental de las riberas fluviales y ambientes asociados?

Los ríos y sus bosques de ribera constituyen importantes reservorios de biodiversidad, y juegan un papel fundamental como corredores biológicos que permiten los movimientos estacionales o rutinarios de numerosas formas de biodiversidad, además de facilitar la conectividad entre ambientes distintos.

Pero además de esos valores naturales intrínsecos, las riberas desarrollan muchas otras funciones ambientales importantes para el ser humano como: la regulación de caudales extraordinarios, la actuación como filtro ante la entrada de sustancias químicas en el cauce fluvial, como zonas de recreo y esparcimiento —magistralmente reflejadas por Rafael Sánchez Ferlosio en 1955 en su novela *El Jarama*— por poner sólo algunos ejemplos.

Por otra parte, dada la presencia de agua, tanto en superficie como en el nivel freático, la restauración ambiental de las riberas es, en términos de revegetación o repoblación, muy agradecida, simplificando las labores de mantenimiento y reduciendo el riego. También el desarrollo de la vegetación ribereña y palustre es relativamente rápido, comparado con el de otras especies empleadas en ambientes más secos, por lo que puede ofrecer en poco tiempo una estructura y cobertura útiles para muchas especies de fauna.

El Manual está dividido en dos partes: en la primera se tratan aspectos básicos a tener en cuenta en la restauración de ríos; en la segunda se muestran diversos ejemplos de restauración fluvial en España y Europa. Hay numerosas experiencias de restauración de riberas y ambientes asociados en España, aunque muchas no van más allá de plantaciones o limpieza. Por ello, hemos querido recoger en este Manual una pequeña muestra que sirva para exponer diferentes modelos de actuación. En todo caso, el seguimiento posterior y la evaluación de la efectividad de esas medidas, sigue siendo una asignatura pendiente en muchos de los proyectos de restauración de riberas que se acometen.

La Directiva Marco del Agua, las riberas y los objetivos de conservación

La Directiva Marco del Agua es una norma de la Unión Europea (2000/60/CE—la DMA) para la gestión del agua. Su pilar central son los planes hidrológicos de cuenca, elaborados y puestos en marcha a través de la participación pública activa, con programas de medidas diseñadas para conseguir objetivos ambientales que incluyen «el buen estado ecológico» de las masas de agua superficiales (véase Cuadro, pp. 12-13). Por primera vez en la política de aguas de la UE, es obligatorio establecer y alcanzar objetivos ambientales basados en la ecología y biodiversidad natural de los ríos, lagunas, estuarios y aguas costeras.

La DMA tiene un potencial muy importante para mejorar la protección de los hábitats de ribera, básicamente por dos motivos. Por un lado, estos hábitats forman parte de la estructura física de los ríos y lagos dentro de la definición del «estado ecológico». Por lo tanto, hay que tener los hábitats de ribera muy en cuenta a la hora de fijar los objetivos ambientales de los planes de cuenca de la DMA y poner en marcha las medidas diseñadas para alcanzar

estos objetivos. Por otro lado, los objetivos de conservación de las riberas protegidas se incluirán como objetivos del plan hidrológico, junto con otros objetivos (por ejemplo, buen estado ecológico) para las masas de agua de la cuenca en cuestión.

Las riberas y sus especies y hábitats de interés necesitan de diversas condiciones para que se encuentren en estado de conservación favorable. Por ejemplo, para ellos es fundamental mantener el régimen de caudales de ríos y la calidad del agua, además de la estructura y dinámica naturales del hábitat (regímenes de erosión y deposición de sedimentos, zonas de mayor y menor humedad y nivel freático, diversidad estructural de la vegetación, madera muerta en los cauces, etc.).

Dos directivas europeas obligan a los Estados miembros de la UE a declarar espacios protegidos, que en su conjunto forman la Red Natura 2000, para garantizar el estado de conservación de cientos de hábitats y especies de importancia en Europa y entre ellos están los de ribera. En el caso de la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE), en España se han declarado espacios Red Natura 2000 para proteger varios tipos de hábitat fluvial que incluyen vegetación leñosa ribereña, por ejemplo, sauces, chopos y álamos; y otros hábitats

como son los bosques de galería de estas especies u otros caracterizados por la presencia ribereña de fresnos, alisos, abedules, tarayes o vegetación herbácea. Además, se han declarado espacios Red Natura 2000 para proteger especies que dependen de estos hábitats, como por ejemplo el desmán ibérico, la nutria y el visón europeo, junto con una amplia gama de especies de invertebrados, peces, aves y plantas del Anexo II de la Directiva Hábitats y Anexo I de la Directiva Aves (Directiva 2009/147/CE) y de aves migradoras que dependen de las riberas y los ríos asociados.

En España está obligada por ley (Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad) la redacción de planes u otros instrumentos de gestión de todos los espacios de la Red Natura 2000, que incluyan objetivos de conservación cuantitativos para cada especie y hábitat de interés comunitario por el cual se ha declarado el espacio. Esta tarea es competencia de las Comunidades Autónomas, como responsables de la conservación de los espacios Red Natura 2000. Algunas medidas de conservación de estos planes o instrumentos corresponderán a la autoridad responsable de espacios naturales protegidos, mientras otras serán competencia del organismo de cuenca u otras autoridades.

Mientras los objetivos básicos de la DMA (véase Cuadro) se pueden prorrogar más allá de 2015 en determinadas circunstancias, hay cierto debate jurídico sobre la posibilidad de prórroga de los objetivos de los espacios Red Natura 2000. Una vez identificadas las masas de agua superficiales que se encuentran dentro de estos espacios y las masas de agua subterráneas que influyen en su estado de conservación, hay que determinar si el objetivo de conservación del espacio es más riguroso para cada masa de agua que los otros objetivos de la DMA que sean de aplicación (véase

Cuadro, puntos 2-5), ya que el objetivo más riguroso para una determinada masa de agua es el objetivo que prevalece en el plan hidrológico¹. (Véase VV.AA. (2008) para una descripción de las necesidades ecológicas de los distintos tipos de hábitat fluvial y de ribera del Anexo I de la Directiva Hábitats en España).

En cualquier caso, los objetivos de conservación de estos espacios de la Red Natura 2000 son de obligado cumplimiento y deben tener cierta prioridad dentro del proceso de planificación hidrológica.

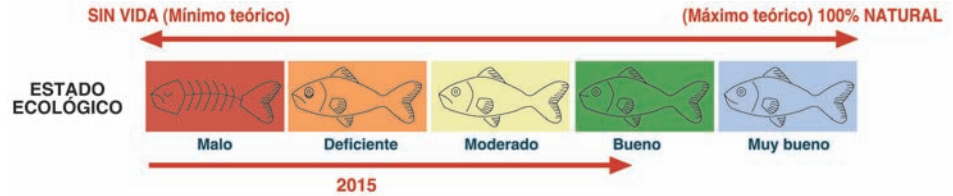
**Requerimientos básicos de la puesta en marcha de la DMA
de especial interés para la conservación de las riberas en los espacios
protegidos de la Red Natura 2000²**

1. Identificación de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 de interés por sus riberas, para su incorporación al registro de Zonas Protegidas del plan de cuenca.
2. Clasificación de las masas de agua superficiales naturales según cinco categorías de estado ecológico, según su grado de naturalidad en los siguientes términos:
 - a) El estado físico-químico del agua (caudal, grado de contaminación, etc.).
 - b) La calidad física del hábitat (grado de alteración del cauce, fondo, orillas, ribera, etc.).
 - c) Aspectos biológicos: plantas (incluidas algas), invertebrados y peces.

Siendo necesario que se encuentren en buen estado ecológico en 2015 (ver dibujo) y que las Zonas Protegidas de la Red Natura 2000 cumplan con sus objetivos de conservación.

1. DMA, Artículo 4.3.

2. Adaptado de Howell y González, 2010.



3. Clasificación de los acuiferos en dos clases (buen o mal estado), según su grado de explotación y contaminación y si garantizan, o no, el buen estado de las masas de agua y/o los ecosistemas terrestres asociados.
4. Clasificación de las aguas artificiales o muy modificadas según su «potencial ecológico».
5. Evaluación de riesgo de no cumplir los objetivos ambientales establecidos para diciembre de 2015, y la distancia entre el estado actual y el objetivo, habiendo comprobado cuál es el objetivo más riguroso cuando más de uno es de aplicación en una masa de agua determinada.
6. Identificación de presiones e impactos que habrá que abordar con medidas del plan hidrológico –o de otros planes– para cumplir con los objetivos definidos, y diseño y puesta en marcha de las medidas asociadas, mediante el Plan Hidrológico o el Plan de Gestión del Espacio.
7. Prórroga de plazo para cumplimiento con los objetivos ambientales solamente permitido en situaciones bien justificadas por el coste económico o el reto técnico que supone, o bien por proyectos de interés general, siempre y cuando no haya alternativas.
8. Puesta en marcha de programa de seguimiento de indicadores de progreso hacia el objetivo y del éxito de las medidas, que se complementarán con los otros seguimientos ya identificados (ejemplo de riberas de la Red Natura 2000).
9. Establecimiento de Comités de Autoridades Competentes para coordinar los esfuerzos de todas las autoridades con competencias relevantes para el desarrollo de la DMA en las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias.

Las únicas excepciones a la obligación de cumplir con los objetivos de conservación son aquellas permitidas por motivos bien definidos de interés general, debidamente justificados acorde con los procedimientos de la Directiva Hábitats³.

La protección, gestión y (en su caso) restauración de los hábitats de ribera depende de la buena coordinación de objetivos y programas de trabajo entre, sobre todo, las administraciones de conservación y de aguas. Las tareas clave de estas autoridades para los espacios protegidos de la Red Natura 2000 de importancia por sus riberas son:

- Identificar las masas de agua que son determinantes para la conservación del espacio.
- Caracterizar el espacio en estado de conservación favorable según objetivos e indicadores para las especies y/o los hábitats de interés comunitario.
- Determinar el estado actual del espacio según estos objetivos e indicadores.
- Identificar las amenazas principales para el espacio.
- Identificar las medidas de conservación y asignarlas a las autoridades responsables de llevarlas a cabo.
- Diseñar y poner en marcha el seguimiento de las medidas y del estado de las especies y hábitat (indicadores del estado

de conservación favorable del espacio y el progreso hacia ello).

Los objetivos de conservación de las riberas protegidas forman un nexo clave entre la normativa de conservación y la de aguas. Además de ser hábitats muy importantes para el buen estado general de los ecosistemas fluviales, las riberas funcionan como corredores biológicos en el paisaje, permitiendo el desarrollo de los ciclos vitales de muchas especies residentes y migradoras, algunas de ellas amenazadas y/o autóctonas. Sólo con coordinación, colaboración y compromiso de las autoridades responsables puede garantizarse el futuro de estos hábitats, tan valiosos en términos paisajísticos, culturales y de biodiversidad.

Los ríos en buen estado ecológico

Existe una gran variedad de tipos de ríos con estructura y funcionamiento diferentes: ríos de montaña, de llanuras, trenzados, meandriiformes... Sin embargo, en todos ellos su funcionamiento responde a unos mismos principios hidrológicos y geomorfológicos, que son generalizables y aplicables a

3. Directiva Hábitat, art. 6.4.

los distintos tramos fluviales y determinan su «buen estado ecológico».

Los ríos están íntimamente ligados a su cuenca vertiente a través de su funcionamiento hidrológico. Este consiste principalmente en el transporte aguas abajo de las escorrentías y sedimentos excedentes de la cuenca vertiente; podemos decir que una característica general de los ríos en buen estado ecológico es la de presentar una continuidad de flujos de agua, sedimentos, energía, materia orgánica, organismos, etc., desde su cabecera hasta su desembocadura.

Esta continuidad de flujos se manifiesta en las tres dimensiones espaciales que configuran los sistemas fluviales (longitudinal, transversal y vertical), y en la dinámica de los

ríos y sus riberas, como respuesta a los cambios y perturbaciones periódicas que tienen lugar en su cuenca vertiente.

Los ríos, como corredores naturales que discurren desde las partes más altas de la cuenca hasta las más bajas en su desembocadura, presentan una dimensión longitudinal que se manifiesta a lo largo de su cauce principal, traspasando materia (agua, sedimentos, materia orgánica y nutrientes) y energía desde los cursos altos a los bajos, garantizado así la presencia de diversos hábitats fluviales conectados entre sí por el corredor fluvial (véase Figura 1).

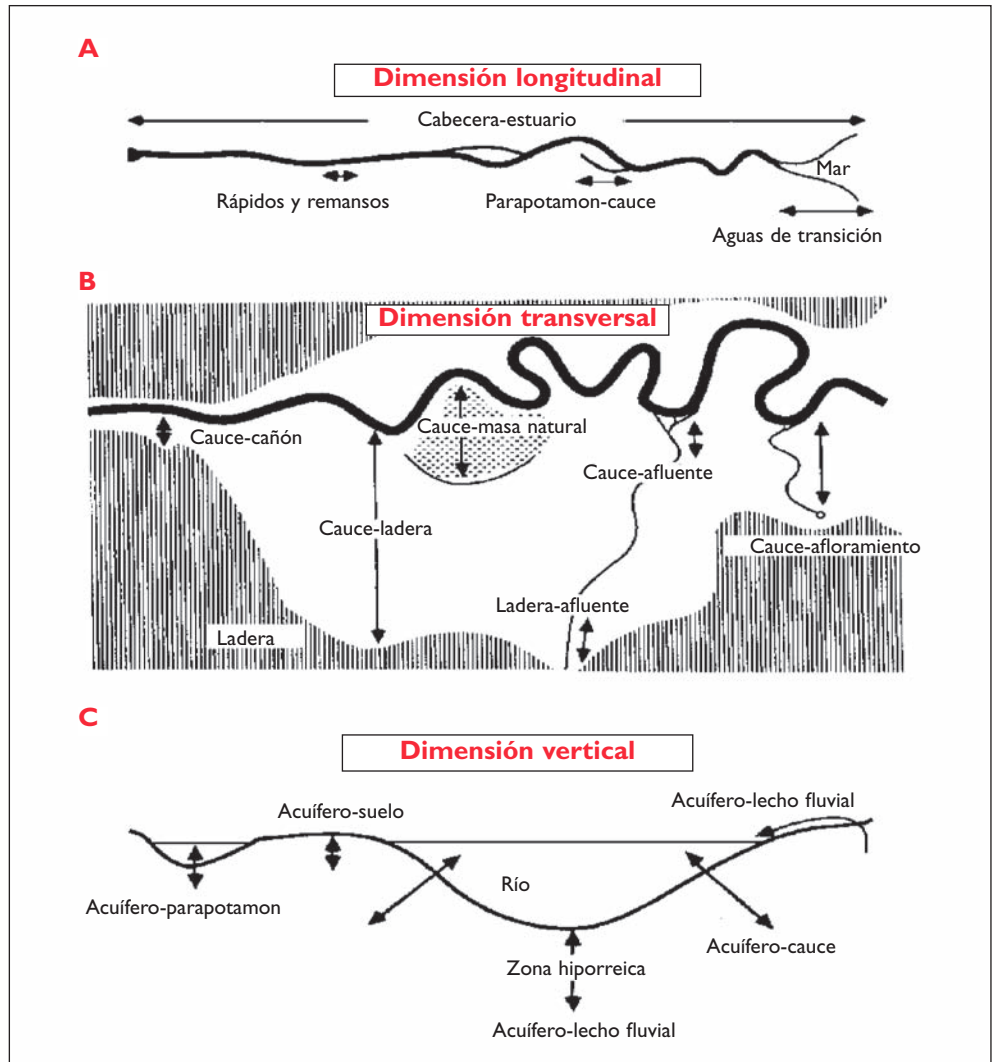
En función de las características geomorfológicas del valle que atraviesa, el cauce de los ríos se ensancha y se contrae estacionalmente, ocupando una extensión variable a lo largo del cauce según fluctúa el nivel de los caudales (régimen de caudales). De esta forma surge la dimensión transversal de los ríos, referida a la anchura del cauce y de su llanura de inundación (véase Figura 1).

Finalmente, y también según la fluctuación de los caudales (régimen de caudales), la mayor o menor conexión del canal principal con el medio hiporreico (asociado a acuíferos) y la permeabilidad del cauce con las riberas configuran la dimensión vertical del sistema fluvial (véase Figura 1).

*Río meandriforme.
Aguas tuertas
(Valle de Hecho, Huesca).
Foto: Eduardo Viñuales*



Figura 1.
Dimensiones del sistema fluvial,
indicando las relaciones entre los elementos dominantes



Fuente: Ward & Wiens, 2001

La biodiversidad de los ríos, basada en la variedad de los hábitats del cauce y sus riberas, depende no sólo de la dimensión longitudinal sino también de las interrelaciones y flujos que surgen de la dimensión lateral y vertical. Es decir, surge como consecuencia de los procesos fluviales.

Por tanto, a consecuencia de las interrelaciones existentes entre los procesos hidrológicos, geomorfológicos y biológicos, también es generalizable a los ríos en buen estado ecológico la conectividad de los hábitats asociados al medio fluvial, tanto dentro del cauce a través de la continuidad de los flujos, como entre el cauce y las riberas y llanuras de inundación, a través de los desbordamientos periódicos.

Los ríos en condiciones naturales disponen de un territorio propio (territorio fluvial) en el que se desplazan lateralmente y evolucionan; en dicho espacio tienen lugar numerosas funciones hidrológicas y ecológicas relacionadas con el almacenamiento de agua, la retención de sedimentos, la *meteorización** de la materia orgánica, el desplazamiento de numerosas especies, su reproducción, refugio, etc. Los ríos en buen estado ecológico mantienen inalteradas estas funciones, ejerciéndolas en un espacio amplio y relacionado con su régimen de caudales, y con las caracterís-

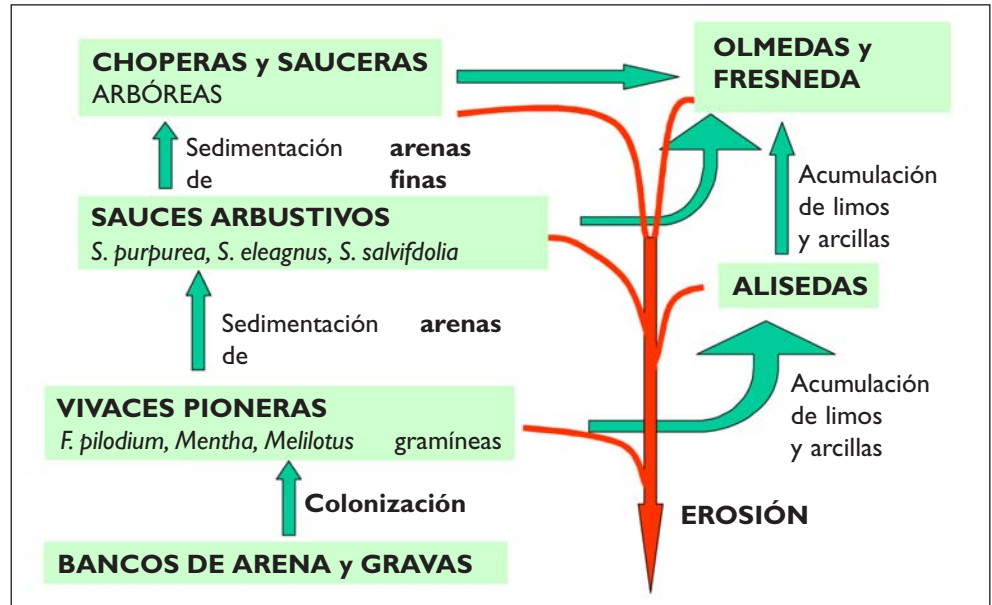
ticas geomorfológicas del valle que atraviesan.

Este territorio fluvial permite a los ríos desarrollar mecanismos de autorregulación de sus escorrentías extremas (laminación de avenidas) mediante una movilidad geomorfológica, lateral y vertical con procesos naturales de erosión, transporte y sedimentación. Por ello, el cauce fluvial es un elemento geomorfológico construido por el propio río para evacuar con eficiencia los caudales hídricos y sólidos. Este valioso funcionamiento fluvial sólo tiene desarrollo en ríos que conservan una dinámica activa, es decir, sólo si se respetan los diferentes grados de libertad geomorfológica.

Las riberas y llanuras de inundación representan un *ecotono** fluvial entre el sistema terrestre y el acuático, y por tanto de una gran biodiversidad. Su morfología resultante de interacción entre la vegetación de ribera y el dinamismo geomorfológico origina un mosaico heterogéneo de hábitats muy productivos, debido a la fertilidad de sus depósitos edáficos y a sus altos niveles freáticos. Las periódicas avenidas son pulsaciones rítmicas que regulan los intercambios ecológicos entre las distintas unidades acuáticas y terrestres del ecosistema fluvial y, por tanto, son fundamentales para la supervivencia de los corredores riparios.

* Ver definición en glosario

Figura 2.
Interacciones entre los procesos geomorfológicos de erosión y sedimentación, y la dinámica de las formaciones riparias



En los tramos donde ha habido sedimentación de gravas y arenas (verde) comienza la colonización vegetal con vivaces y posteriormente con salicáceas, cuya rugosidad favorecerá el depósito de elementos cada vez más finos y la consiguiente formación de suelos aptos para alisedas, fresnedas y olmedas. Inversamente, en las zonas sometidas a erosión creciente (rojo) el sistema radical de esta vegetación retrasa la pérdida del substrato de la ribera.

Así, en condiciones naturales existe un equilibrio dinámico entre los procesos físicos que se desarrollan en la cuenca vertiente (ciclo hidrológico y erosión) y en el cauce del río (régimen de caudales y dinámica geomorfológica fluvial). Adaptada a este equilibrio se desarrolla la vegetación de ribera en todas sus

etapas de sucesión, cuya composición y estructura responden e interactúan con los procesos de erosión y sedimentación creando hábitat fluvial. Es decir, que el sistema fluvial (río y ribera) tiene una estructura que es originada y mantenida por su funcionamiento natural (véase Figura 2).

Corredores biológicos

Los ríos y sus riberas, al ser ecosistemas abiertos, constituyen también corredores preferentes para el tránsito y dispersión de numerosas especies que migran o se desplazan en su interior, donde se mantienen los requerimientos de su hábitat. El bosque de ribera se extiende a lo largo de los ríos que constituyen la red hidrográfica de su cuenca. Por tanto, desde una perspectiva de paisaje territorial, representan una vía que facilita la dispersión de los seres vivos a través de hábitats terrestres variados.

Dentro del cauce, la fuerza de la corriente facilita la deriva de pequeños organismos acuáticos, que son desplazados aguas abajo y así pueden llegar a colonizar nuevos hábitats, y se produce el transporte y dispersión de las semillas (*hidrocoria**) de numerosas especies riparias, que también pueden llegar y germinar en nuevas acumulaciones de sedimentos transportados y depositados por las avenidas. Por tanto, los corredores fluviales facilitan el flujo genético entre poblaciones, aumentando la probabilidad de supervivencia a largo plazo de las comunidades biológicas y, en última instancia, de los procesos ecológicos y evolutivos.

Su función conectiva no sólo se restringe a los aspectos biológicos de las especies, sino

que también son corredores ecológicos pues favorecen los procesos e interacciones con el medio en que están implicadas estas especies. En especial, la función de conducto de los ríos tiene mucha importancia hidrológica, al actuar de vías de drenaje de los excedentes de agua y sedimentos de la cuenca vertiente. Esta función de conducto de las escorrentías, sedimentos, materia orgánica, etc., no sólo tiene lugar a través de su eje longitudinal, aguas abajo, sino también a través de sus otros dos ejes, transversal y vertical, en todas las direcciones.

Amenazas

Los ríos sufren intensas presiones humanas en todo el planeta, presiones que se han incrementado considerablemente en el último medio siglo como consecuencia del desarrollo económico basado en el consumismo. Muchas actividades humanas consumen agua (caudales), áridos (sedimentos) y espacio (invadiendo el territorio fluvial). Su expansión es creciente en una sociedad cada vez más urbana, que además exige estabilidad (regulaciones, canalizaciones, etc.) tratando de controlar un medio natural tan dinámico como el fluvial. El deterioro de los ecosistemas fluviales está siendo imparable, por lo que la restau-

* Ver definición en glosario



*Canalización urbana.
Foto: Alfredo Ollero*

ración es una tarea necesaria y urgente. Las causas de los problemas de los ríos son similares en todos los países.

La agricultura incide mucho por su gran demanda de agua, exigiendo presas, regulaciones, defensas, pozos e invasión de espacios ribereños. La urbanización es otra presión muy importante, generando contaminación, canalizaciones, impermeabilización de llanuras de inundación, así como un enorme consumo de agua y de materiales para la construcción, obtenidos en buena medida también del río. A estas extracciones de gravas y arenas hay que unir en muchos ríos la remoción de su lecho para la extracción de metales, modificando las características del hábitat, los flujos subsu-

perficiales y subterráneos y la integridad del medio hiporreico.

La producción de energía hidroeléctrica modifica profundamente el régimen natural de caudales, crea barreras para muchas especies, impide el transporte de sedimentos y altera los procesos geomorfológicos de los cauces. La navegación fluvial está muy extendida, y para su mantenimiento se canalizan y dragan miles de kilómetros de cauces, destruyéndose la dinámica fluvial y homogeneizándose los hábitats.

Estas amenazas, presiones o impactos son de tal intensidad que parece inviable el logro de una auténtica restauración fluvial sin un cambio muy importante en los modelos socioeconómicos. Es necesario revisar, desde el contexto de la sostenibilidad, el modelo de desarrollo que ha llevado a tanto deterioro y artificialización. Sería preciso reducir el consumo de agua, de sedimentos y de espacio fluvial, ya que la restauración requiere ineludiblemente caudales naturales, crecidas, aporte de sedimentos y un espacio del río suficientemente ancho y continuo.

El proceso de restauración debería acompañarse de programas de formación técnica y educación ambiental, así como de restricciones máximas para las hoy convencionales

estructuras (presas, escolleras) y acciones en los cauces (dragados, limpiezas de vegetación) que habría que evitar buscando todas las alternativas posibles, en especial desde la ordenación del territorio.

Las amenazas sobre ríos, barrancos y ramblas son muy variadas. Se analizan a continuación algunas de las más relevantes: la alteración de los regímenes de caudales, las alteraciones geomorfológicas de los ríos y las invasiones de especies exóticas.

Alteración de los regímenes de caudales de los ríos

La intensa regulación de los ríos con diferentes fines constituye su principal causa de degradación ambiental, puesto que se modifica por completo el régimen natural de caudales, la frecuencia de crecidas y estiajes, y su sincronización con el régimen climático y con las necesidades de las comunidades biológicas. La alteración del régimen de caudales, manifestada en volúmenes, frecuencia, estacionalidad y duración de las fluctuaciones, se considera la mayor amenaza para la sostenibilidad ecológica de los ríos y sus humedales asociados. Estas modificaciones hidrológicas son causadas por embalses, derivaciones, vertidos, detracciones, retornos, trasvases,

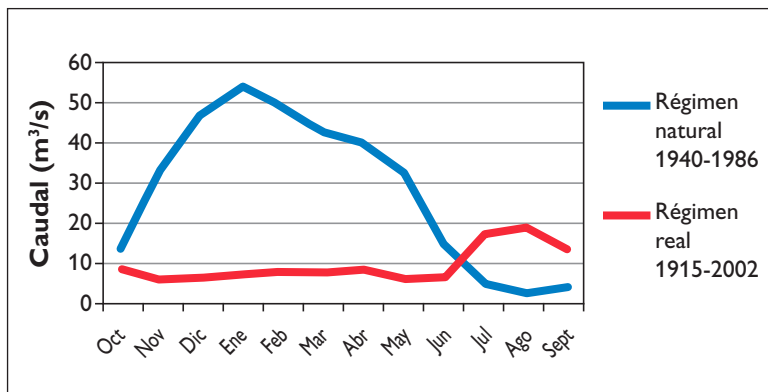
cambios de usos del suelo y procesos de urbanización de la cuenca, incendios, plantaciones, etc.

Los embalses son los principales artífices de las alteraciones hidrológicas, sobre todo porque:

- Reducen caudales por derivaciones y por incremento de la evaporación desde su vaso.
- Modifican el régimen hidrológico aguas abajo regularizándolo (laminan las aguas altas y reducen también los estiajes, generándose una constancia estacional).
- Reducen el número de crecidas ordinarias, las de mayor valor geomorfológico y ecológico.
- Alteran el régimen térmico, expulsando aguas frías en verano y más cálidas en invierno.

Las especies autóctonas están adaptadas a las peculiaridades de los regímenes naturales de cada lugar. Sólo las especies más oportunistas pueden prevalecer y completar sus ciclos biológicos bajo los regímenes fuertemente alterados, con lo que se favorece la entrada de invasoras.

Los regímenes de caudales alterados por la producción de energía hidroeléctrica tienen unos efectos aún más negativos, ya



Comparación del régimen natural y el régimen real del río Ebro en Arroyo, aguas abajo del embalse del Ebro (datos obtenidos de la serie mensual de aportaciones simuladas según el modelo Sacramento para el Estudio de Recursos de la Cuenca del Ebro y de la estación de aforos 9026). Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. Mesa de trabajo sobre alteraciones de regímenes de caudales de los ríos

que generan cambios bruscos de nivel aguas abajo de las turbinas, generalmente con puntas diurnas, mientras que por las noches y en los fines de semana los caudales circulantes son mínimos. Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y de las plantas acuáticas son por lo general las más afectadas.

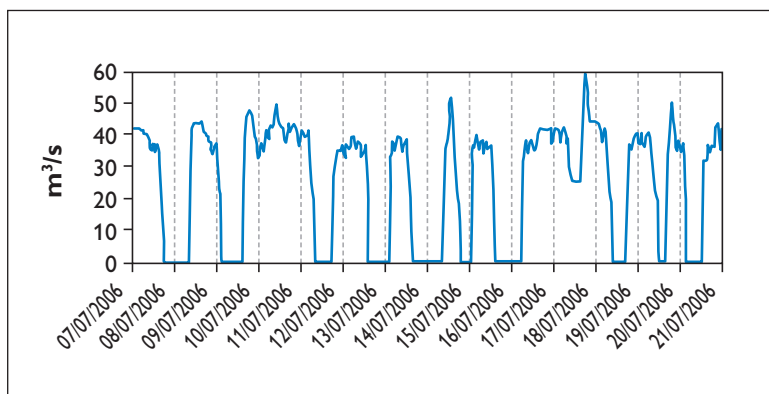
En la restauración fluvial es imprescindible contar con caudales naturales, por lo que en el caso de ríos regulados será preciso definir y gestionar regímenes hidrológicos lo más parecidos al funcionamiento natural, siguiendo las pautas estacionales e incluyendo estiajes y crecidas.

Alteraciones geomorfológicas de los ríos

No son sólo directas sobre los cauces, sino que también pueden proceder de presiones e impactos sobre cuencas y vertientes. Son alteraciones muy complejas, cuyos efectos son a veces diferidos en el tiempo.

Alteraciones geomorfológicas por desnaturalización hidrológica y por efecto de embalses

Numerosas alteraciones geomorfológicas derivan de perturbaciones hidrológicas en volumen, régimen y procesos extremos. Al modificarse el caudal cambia la potencia y competencia de la corriente y con ello se modifican los procesos de erosión, transporte y sedimentación, adaptándose a la nueva situación la morfología y las dimensiones del cauce (fondo del lecho, márgenes, barras sedimentarias...) y de las riberas. Las modificaciones antrópicas suelen generar reducción de caudal y, con ello, reducción de la actividad en las márgenes erosivas, reducción de la capacidad de movilización y transporte del caudal sólido y alteraciones en el tamaño de los materiales depositados y en su ubicación. Los casos más extremos corresponden a los «cortocircuitos» hidroeléctricos al pie de presas, en los que quedan prácticamente en seco tramos fluviales que pierden totalmente su dinámica geomorfo-



Variación diaria del caudal del río Segre en Serós, aguas abajo de la presa hidroeléctrica de Uchesa (datos de la estación de aforos 9025). Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. Mesa de trabajo sobre Alteraciones de regímenes de caudales de los ríos



Acorazamiento de bloques al pie de la presa de Paso Nuevo (río Ésera). Foto: Daniel Mora

lógica, convirtiéndose en cauces fosilizados, sin movilidad de sedimentos. La escasa corriente circulante, concentrada en el centro del cauce, incidirá en el lecho mientras carece de capacidad para la dinámica lateral. El resultado será el descenso del nivel freático y con ello la desaparición de la ribera, que puede quedar colgada y expuesta a la colonización de especies climáticas ajenas a la vegetación ripícola.

Aguas abajo de los embalses se registra fuerte incisión lineal o encajamiento en el primer tramo al pie de presa, acompañada de acorazamiento o formación de una capa superficial de grandes bloques. Igualmente originan incisión lineal en largos sectores más abajo, por efecto de la merma de caudal hídrico y consiguientemente también sólido («aguas limpias»). Un resultado de la reducción del número y caudal punta de las crecidas aguas abajo de los embalses es el rápido desarrollo de una vegetación de ribera madura, en muchos ríos que no contarían con ella en condiciones naturales. A medio plazo se producen cambios de estilo geomorfológico fluvial, con tendencia a la simplificación y estrechamiento del cauce.

Alteraciones por reducción de flujos sedimentarios

En muchos ríos hay marcados déficits sedimentarios derivados de la presencia de

presas aguas arriba o en los afluentes, o bien de la existencia de obstáculos laterales (vías de comunicación, por ejemplo) que desconectan el sistema fluvial de las vertientes e impiden los aportes sólidos desde éstas. También suele haber obstáculos locales en el propio cauce (vados, puentes...) que originan dificultades en la movilización del flujo sedimentario. La retención de sedimentos presenta consecuencias negativas aguas abajo, tanto en el propio río como en deltas y playas. En cursos bajos las defensas y canalizaciones impiden que el río erosione sus propias terrazas. El déficit en los flujos sedimentarios provoca la desaparición de los cauces trenzados y su sustitución por

*Presas de retención de sedimentos en el barranco de Arás (Pirineo aragonés).
Foto: Alfredo Ollero*



cauces únicos. En ríos sinuosos y meandri-formes el déficit de sedimentos provoca también incisión.

Alteraciones por reducción funcional de la llanura de inundación

El papel hidrogeomorfológico de las llanuras de inundación es alterado por infraestructuras y usos del suelo que modifican su funcionalidad. En muy pocos ríos el llano de inundación puede ejercer sin restricción antrópica sus funciones de disipación de energía en crecida, laminación de caudales-punta por desbordamiento y decantación de sedimentos. En la mayor parte de los casos la llanura de inundación cuenta con defensas (diques) que restringen esas funciones naturales. Toda reducción de la funcionalidad natural de la llanura de inundación incrementa la peligrosidad del sistema fluvial aguas abajo, o en la orilla opuesta, o donde la crecida rompe la defensa. Las llanuras de inundación suelen contar con obstáculos (vías de comunicación elevadas, edificios, acequias...) que alteran los procesos hidrogeomorfológicos de desbordamiento y los flujos de crecida. Al reducirse el desbordamiento, la corriente en avenida circula con mayor energía, incrementando los procesos de erosión lineal y lateral. En la fase de laminación o descenso de caudal se produce en el cauce sedimentación,



*Dragado en el río Arba de Luesia.
Foto: Alfredo Ollero*

tanto de gruesos como de finos, ya que la decantación sobre la llanura de inundación ha sido imposibilitada al evitarse el desbordamiento.

Alteraciones por acciones directas sobre la forma del cauce, fondo y márgenes

Los efectos de las actuaciones directas en el cauce (canalizaciones, defensas, dragados, extracciones) son muy intensos localmente, con importantes repercusiones también aguas abajo que se manifiestan en el tiempo con bastante celeridad. La pérdida de naturalidad en el trazado de un cauce es una pérdida de patrimonio natural y de geodi-

versidad, poniéndose en peligro la dinámica fluvial y el buen estado ecológico. Pueden ser actuaciones drásticas, como desvíos, cortas, relleno de cauces abandonados, simplificación de brazos, o más modestas, como retranqueo de márgenes o pequeñas rectificaciones.

Dragados y limpiezas de vegetación en el propio cauce alteran los procesos naturales de acreción e incisión, la secuencia resaltes-pozas y los mecanismos de transporte por rodamiento y saltación, acelerando la velocidad del flujo y originando generalmente importantes problemas de incisión. Son frecuentes los problemas de estabilidad en puentes y azudes por erosión remontante derivada de viejas extracciones aguas abajo.

Son también muy abundantes las alteraciones geomorfológicas de las márgenes del cauce y de los procesos laterales por impactos directos. Los cauces canalizados o que cuentan con defensas que protegen sus márgenes erosivas encuentran encorsetada su dinámica lateral. Los canales diseñados resuelven la evacuación del caudal líquido, pero no son efectivos para el transporte sólido, alterándolo considerablemente. Los escollerados se han extendido prolíficamente uniformando y artificializando los paisajes fluviales.



Escollera en el cauce
del río Huerva.
Foto: Alfredo Ollero

Alteraciones geomorfológicas por deterioro de las riberas

El deterioro de la continuidad, anchura, estructura, naturalidad y conectividad del corredor ribereño produce también efectos negativos sobre la geomorfología del cauce. El papel hidrogeomorfológico de la vegetación de ribera es la de filtro de los procesos fluviales, reduciendo la velocidad de la corriente, favoreciendo la sedimentación diferencial y reforzando y estabilizando las orillas. En general, la dinámica geomorfológica se acrecienta si se deteriora la vegetación ribereña. Si no hay vegetación los materiales finos se sedimentan con mayor dificultad, incrementándose la turbidez de la corriente.

* Ver definición en el glosario

Invasión de especies exóticas en ecosistemas de aguas continentales

La introducción de especies exóticas en los ecosistemas acuáticos es considerado uno de los principales factores que afectan negativamente a su biodiversidad, siendo el impacto más fuerte aquí que en los ecosistemas terrestres. La mayor capacidad de dispersión de las especies acuáticas, un mayor aislamiento geográfico que en algunos casos ha dado lugar a *endemismos** y comunidades con una menor riqueza en especies (y por tanto menos resistentes a las invasiones), las perturbaciones antropogénicas (la contaminación, la alteración de los cauces y caudales fluviales, las actividades extractivas, la destrucción de la vegetación ribereña) y los efectos del cambio climático, vuelven estos ecosistemas particularmente vulnerables a las invasiones biológicas. Las propias características estructurales del ecosistema acuático (la elevada conectividad entre masas de agua y con las riberas) pueden además favorecer a las especies exóticas invasoras (EEI) actuando como corredores de dispersión de las mismas.

Las especies acuáticas invasoras incluyen tanto plantas como animales. Las plantas se han adaptado a vivir dentro, por encima o en proximidad del agua. Pueden crecer

sumergidas completa o parcialmente o encontrarse en las riberas. Las especies animales pueden ser acuáticas o semiacuáticas, y precisan de un hábitat acuático aunque no necesariamente tengan que vivir en el agua.

Muchas especies exóticas (animales, plantas e invertebrados) han sido introducidas en los ecosistemas acuáticos peninsulares tanto de forma intencional como accidental.

Entre la fauna exótica naturalizada en las masas de agua de la Península Ibérica destacan 47 especies de invertebrados (3 cnidarios, 9 platelmintos, 1 nematodo, 8 moluscos, 3 anélidos, 20 crustáceos y 3 insectos) y 28 de vertebrados (23 peces, 1 anfibio, 1 reptil,

3 mamíferos). A estos se añade un número imprecisado de EEI o potencialmente invasoras cuyo hallazgo ha sido reportado ocasionalmente y no tienen poblaciones establecidas como fartet oriental (*Aphanius fasciatus*), tortuga china de caparazón blanco (*Pelodiscus sinensis*), malvasía cariblanca (*Oxyura jamaicensis*), etc., así como otras especies cuyo origen es incierto (criptogénicas), por ejemplo castor europeo (*Castor fiber*).

Entre los crustáceos, el cangrejo de río americano (*Procambarus clarkii*), el yabbie (*Cherax destructor*) y el cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*) han sido introducidos para su explotación comercial y pesca deportiva, alegando además para la última de ellas supuestos fines ecológicos. Otras dos han entrado de forma accidental mediante aguas de lastre, como el cangrejo de Shangai (*Eriocheir sinensis*) y por el comercio internacional de peces para la acuicultura y para actividades recreativas, como el gusano ancla (*Lernaea cyprinacea*). Asimismo, es probable que mediante aguas de lastre o incrustadas a los cascos de embarcaciones recreativas se haya vehiculado la introducción de tres especies de moluscos, como el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), la almeja asiática (*Corbicula fluminea*) y el caracol neozelandés del lodo (*Potamopyrgus antipodarum*) –para las últimas dos también

Mejillón cebra
(*Dreissena polymorpha*).
Foto: Grupo Especialista en
Invasiones Biológicas (GEIB)





Visón americano
(*Neovison vison*).

Foto: Grupo Especialista en
Invasiones Biológicas (GEIB)

se citan actividades relacionadas con la pesca, mientras que otras dos podrían haber sido introducidas a través de la acuariofilia y la acuicultura, como el caracol trompeta (*Melanooides tuberculata*) y el caracol manzana (*Pomacea canaliculata*). Casi la totalidad de las especies de *ictiofauna** han sido introducidas a partir de 1900 y de forma intencionada, siendo las principales vías de entrada la pesca deportiva (por ejemplo el lucio (*Esox lucius*), la lubina negra (*Micropterus salmoides*), el siluro (*Silurus glanis*) etc.; la acuicultura, por ejemplo el salmón del pacífico (*Onchorhynchus kisutch*), la acuariofilia, por ejemplo el lebistes (*Poecilia reticulata*) y el fartet oriental (*Aphanius fasciatus*) y tan sólo en un caso el

control biológico con la gambusia (*Gambusia holbrooki*). Asociados a los peces introducidos habrían entrado también diversas especies de parásitos que ya están afectando a la ictiofauna autóctona. La presencia de tortugas del género *Trachemys* sp. y otros galápagos acuáticos, como la tortuga mordedora (*Chelydra serpentina*) y la tortuga china de caparazón blando (*Pelodiscus sinensis*), introducidas a través del comercio de animales son el resultado de sueltas por parte de particulares, mientras que en el caso del sapillo pintojo (*Discoglossus pictus*), su presencia en España se debe a la expansión de sus poblaciones tras su introducción en Francia. La cría de animales para explotación peletera seguida de escapes y sueltas ilegales de visón americano (*Neovison vison*) y coipú (*Myocastor coypus*), así como un intento de repoblación de castor europeo (*Castor fiber*), están en la raíz de la introducción de mamíferos a los cuales se añade la rata almizclera (*Ondatra zibethicus*) observada por primera vez en 2004.

Por lo que concierne a la flora, al menos 120 especies conforman una lista no exhaustiva de EEI más comunes y representativas, del conjunto de plantas introducidas en ecosistemas acuáticos de España. A estas se añaden un número impreciso de especies que invaden ocasionalmente las riberas más degradadas y al menos dos especies de algas

* Ver definición en el glosario

Caña común (*Arundo donax*).
Foto: Grupo Especialista en
Invasiones Biológicas (GEIB)



(*Gomphoneis minuta*) y (*Didymosphenia geminata*). Una gran parte de ellas proceden de escapes tras su introducción intencionada con fines ornamentales y comerciales en jardinería, silvicultura o agricultura, por ejemplo la mimosa (*Acacia dealbata*), el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), *Eucaliptus* spp., la caña común (*Arundo donax*), etc., mientras que un menor número de especies habrían llegado como acompañantes accidentales (por ejemplo *Bidens* spp, *Paspalum* spp. *Amaranthus* spp, etc.).

El impacto ecológico de las EEI sobre los ecosistemas acuáticos puede producirse a diferentes niveles y con efectos en cascada (véase Tabla 1) variando según la especie invasora, la magnitud de la invasión y la vulnerabilidad del ecosistema invadido, y también según los tipos de masas de agua (ríos, lagos, humedales, estuarios).

En líneas generales las EEI reducen la biodiversidad nativa puesto que:

- Compiten con más eficacia por los recursos que las especies autóctonas, pudiendo llegar a desplazarlas, y mediante la depredación pueden afectar a sus dinámicas poblacionales.
- Hibridándose con las nativas alteran el flujo génico y provocan una pérdida de la diversidad genética.
- Alteran las interacciones entre especies afectando a las redes tróficas e induciendo cambios en la estructura y la composición de las comunidades.
- Modifican el hábitat y los ecosistemas pudiendo alterar su funcionamiento (ciclo de nutrientes, del agua, etc.) y el medio físico.

La magnitud del impacto puede variar dependiendo del tiempo transcurrido entre la introducción y la propagación de una EEI, su capacidad de impacto, la existencia de

Tabla 1.
Ejemplos de impacto ecológico de EEI en ecosistemas acuáticos

Nivel	Impacto	Consecuencias para la biodiversidad nativa
Genético	Hibridación, intercambio genético.	Alteración del flujo génico, erosión genética, creación de nuevos genotipos, <i>introgresión*</i> , reducción del potencial reproductor.
Individuos y poblaciones	Depredación/ herbivorismo. Transmisión de patógenos.	Decrementos poblacionales en las especies nativas, extinciones locales.
	Competencia para recursos (tróficos, espacio, etc.).	Alteración de los patrones comportamentales, desplazamiento, reducción del potencial reproductor y/o de la tasa de crecimiento.
Comunidad	Cambios en la cadena trófica.	Pérdida de diversidad de especies nativas.
	Cambios en las interacciones mutualistas y antagonistas.	
	Cambios en la estructura y composición de especies, de las interacciones en la cadena trófica.	
Ecosistema	Cambios físicos en el hábitat.	Pérdida de hábitat nativo.
	Cambios en el régimen hidrológico.	Alteración en los regímenes de flujo de aguas superficiales, de las aguas subterráneas, de la humedad del suelo, de la evapotranspiración.
	Cambios en la química del agua.	Alteración en las concentraciones de oxígeno disuelto, de minerales, de materia orgánica, de la turbidez.
	Cambios en la conectividad.	Alteraciones de la conectividad lateral, longitudinal y vertical.

* Ver definición en el glosario

interacciones sinérgicas con otros factores de perturbación y la resiliencia del ecosistema. Este último factor cobra una particular relevancia ya que, en general, los ecosistemas acuáticos que presentan un elevado grado de integridad ecológica son mucho menos vulnerables a las invasiones que los ecosistemas degradados por las actividades humanas como los transvases, las actividades extractivas, la alteración de los cauces y de las orillas, las canalizaciones y la contaminación (química y térmica).

A los impactos sobre el medio natural se añaden además consecuencias de tipo sanitario y socio-económico. Las EEI pueden actuar como reservorio de agentes patógenos y parásitos de interés para la salud vegetal, animal y humana, o constituir un problema sanitario en sí mismas (por ejemplo, las plantas alergénicas). Por otro lado, provocan importantes pérdidas económicas derivadas del daño directo, de los gastos relacionados con su gestión y de la pérdida de funciones del capital natural, así como de los valores de uso del ecosistema acuático.

Hacer frente a las EEI no es sólo un problema de conservación medioambiental, sino también de desarrollo sostenible, ya que por lo anteriormente expuesto queda patente la relación de dependencia entre la resiliencia de la biodiversidad y del socio-ecosistema.

Prevenir la introducción de especies exóticas invasoras (por ejemplo, evitando repoblaciones y traslocaciones con estas especies) y gestionar adecuadamente la explotación de los ecosistemas acuáticos es un paso imprescindible. Asimismo, la elaboración de planes de contingencia (erradicación) para especies exóticas invasoras detectadas tempestivamente constituye otra herramienta de gran utilidad a la hora de evitar nuevas invasiones.

Por otro lado es necesario minimizar los impactos de las EEI ya establecidas en los ecosistemas acuáticos y en este contexto la restauración puede jugar un papel fundamental para disminuir su vulnerabilidad a las invasiones biológicas y reestablecer a las especies nativas. De hecho, la erradicación de EEI por sí sola puede en ocasiones favorecer las reinvasiones debido a las perturbaciones ocasionadas, a la liberación de recursos y a la apertura de nuevos nichos. Desde la perspectiva de la gestión, esto sugiere que la mitigación de EEI no puede ser un objetivo en sí mismo sino que también es necesario gestionar la respuesta del ecosistema para facilitar la recuperación de sus funciones y de la biodiversidad autóctona.

En este contexto, cualquier proyecto de restauración debería fundamentarse sobre un análisis de viabilidad teniendo en cuenta los

factores abióticos y bióticos y sus interacciones en el ecosistema, así como sobre un análisis de costes y beneficios que tengan en cuenta acciones a largo plazo para el seguimiento y control de EEI en el área a restaurar. Asimismo, las obras de restauración se deberían llevar a cabo minimizando el riesgo de nuevas invasiones, reinvasiones y/o dispersión de EEI, que pueden ser favorecidas por las mismas si no se siguen estrictos protocolos de actuación y elaborados de forma específica para el área a restaurar. Entre las operaciones de riesgo se puede mencionar el uso de maquinaria contaminada, las prácticas estandarizadas de riego, abono, fertilizantes y de especies fijadoras de nitrógeno, ya que dependiendo del contexto podrían favorecer a las EEI, y el uso de sustratos orgánicos y vegetales de procedencia remota que pueden actuar como vectores para la introducción de organismos exóticos, como los hongos *mico-rrizógenos** y las *bacterias simbiotes**.

Por cuanto concierne al tipo de especies a emplear en la restauración, mientras hay un acuerdo general en que no se deben utilizar para este fin EEI, existe todavía un debate abierto de cara al uso de especies nativas frente a las *alóctonas**. El uso de especies exóticas no invasoras para restablecer la vegetación en áreas perturbadas puede aportar ciertas ventajas a la hora de

prevenir las invasiones, proteger el suelo de la erosión y restaurar las funciones del ecosistema proporcionando hábitat para la vida silvestre. Sin embargo, su empleo podría tener efectos deletéreos sobre el ecosistema ya que pueden alterar el régimen de las perturbaciones, excluir las especies colonizadoras nativas compitiendo con ellas por los recursos y cambiar la dirección y la velocidad de las sucesiones ecológicas, ralentizándolas y produciendo monocultivos persistentes con baja diversidad biológica. Su empleo debería, por tanto, ser condicionado a la realización de un análisis en función del valor medioambiental del área a restaurar, privilegiando en todo caso el uso de formas estériles o utilizando preferentemente plantas autóctonas, dedicando particular atención a evitar introducir diferentes subespecies o poblaciones no locales de la especie nativa por los riesgos potenciales de contaminación genética que ello conlleva.

Por otro lado, en el caso de especies animales, se debería evitar efectuar nuevas introducciones de especies exóticas y repoblaciones con genotipos diferentes a los nativos. Asimismo, la reintroducción de especies nativas puede ser en ocasiones una opción viable, pero debería llevarse a cabo únicamente de forma acorde con las líneas guía de la *IUCN** sobre reintroducciones.

* Ver definición en el glosario

Introducción y características de las zonas de ribera.

Tipos, valores y funciones de estas zonas

Las zonas ribereñas presentan, por lo general, un elevado interés ambiental y social. Las propiedades más significativas que convierten a medios riparios en formaciones bien diferenciadas y de gran valor son su alta diversidad biológica, su alta productividad y el elevado dinamismo de los hábitats que acogen. Todo ello como consecuencia de sus particulares condiciones hídricas, que favorecen el refugio de especies propias de zonas climáticas frescas y húmedas en áreas más cálidas y secas.

El buen estado de las zonas ribereñas asegura el cumplimiento de un amplio conjunto de funciones ambientales:

- Desarrollo de un microclima diferenciado en el río.
- Mantenimiento del equilibrio dinámico de las orillas.
- Regulación de comunidades biológicas exóticas.
- Generación de hábitats de interés para un gran número de especies animales y vegetales.

- Generación de fuentes de alimento para las especies que albergan.
- Función de conectividad ambiental.
- Filtro frente a la entrada de sedimentos y sustancias químicas externas en el cauce.
- Acumulación de agua y materiales orgánicos.
- Funcionamiento como zonas de recarga de aguas subterráneas.
- Mantenimiento y desarrollo de valores paisajísticos, recreativos y culturales.

Restauración de riberas

La restauración de riberas es el proceso encaminado a la recuperación de la integridad ecológica del medio ripario. Esta recuperación debe tener en cuenta la variabilidad propia de estas zonas, en lo relacionado con la biodiversidad y procesos y funciones ecológicas, y con la evolución natural del medio.

La restauración de riberas es, por tanto, un proceso complejo que debe iniciarse con el reconocimiento de los factores de alteración naturales o de origen humano, responsables de la degradación de la estructura y funciones del ecosistema fluvial, o del deterioro en su capacidad de recuperación. Por ello, requiere un buen conocimiento y comprensión de dichas funciones, y de los

* Ver definición en el glosario

procesos físicos, químicos, biológicos e hidromorfológicos que les dan forma. De esta manera, la restauración incluye un amplio conjunto de medidas diseñadas para permitir la recuperación natural del equilibrio dinámico y las funciones de los ecosistemas ribereños. La primera de ellas, y posiblemente la más importante, es la eliminación de las actividades causantes de la degradación. En algunas ocasiones, será suficiente con detener estas actividades, pero en otras será necesario llevar a cabo una restauración activa, que incluya la puesta a punto de medidas capaces de reparar los daños generados sobre la estructura y dinámica de los corredores riparios.

La restauración difiere de otras actuaciones en incluir un proceso integral, que no se alcanza mediante el manejo individual de los distintos elementos que componen el sistema, sino conduciendo el proceso hacia la obtención de condiciones próximas a las de referencia en el ecosistema. No se puede hablar por tanto de restauración en aquellos casos en los que la actuación vaya encaminada a generar usos distintos, con un objetivo básicamente antrópico.

Por ello, es preciso definir con claridad los objetivos específicos de toda restauración, y no tratar de establecer, en un escenario estático, las condiciones originales del eco-

sistema. Es preciso dotar al medio fluvial de las características necesarias para que él mismo alcance y mantenga las condiciones dinámicas de referencia. Resulta particularmente interesante conseguir, en este sentido, que el ecosistema restaurado tenga una capacidad de respuesta suficiente a las alteraciones periódicas naturales, que sirven en último término para mantener la integridad del ecosistema.

Mecanismo de restauración de las riberas

Los procesos ecológicos que se producen en los medios riparios se encuentran completamente conectados con las características del régimen hidrológico del río. Por esta razón, la restauración de riberas debe comenzar, inexcusablemente, por el reestablecimiento de un régimen hidrológico más cercano al régimen natural. Para ello es preciso evaluar el grado de alteración hidrológica del régimen actual, mediante indicadores que permitan conocer el grado de alejamiento de las diferentes componentes del régimen (magnitud, frecuencia, duración, estacionalidad y tasa de cambio de los diferentes eventos hidrológicos propios de su régimen). Una vez analizada la alteración, existen diversos procedimientos encaminados a devolver, parcial o totalmente, las

pautas necesarias para el correcto funcionamiento ecohidrológico de las riberas.

Otro aspecto básico para que las técnicas de restauración elegidas tengan éxito es el mantenimiento de un espacio de libertad o territorio fluvial, donde el río pueda desarrollar su dinámica natural, o incrementar al menos su conectividad ecológica y geomorfológica. La ordenación de usos y aprovechamientos en este espacio resulta, por esta razón, fundamental. Sus dimensiones deben ser consensuadas entre todos los agentes públicos y privados implicados en la gestión del sistema fluvial, tomando como base la hidrodinámica del río, y las características de su cauce y llanura de inundación.

Una vez evaluados los aspectos anteriores, se procede al diseño y aplicación de las técnicas de restauración mejor adaptadas al entorno ripario sobre el que se interviene y a los objetivos fijados en la actuación. Estas técnicas deben servir para mejorar la conectividad longitudinal, transversal y vertical del corredor ripario, así como para asegurar su correcta evolución espacio-temporal.

Como regla general, resulta conveniente la aplicación de técnicas cuya utilización se encuentre ya contrastada en medios riparios de condiciones similares, y que no generen

afecciones ambientales sobre las comunidades biológicas autóctonas del entorno. Entre estas técnicas se puede citar la mejora de las formaciones vegetales, la mejora de hábitats faunísticos, el aumento de la conectividad del corredor ribereño, la mejora de la integridad geomorfológica de las riberas, el incremento de la biodiversidad riparia, la recuperación paisajística de las riberas, etc.

El seguimiento de la restauración

Los programas de evaluación y seguimiento de los proyectos de restauración deben constituir una parte importante del proceso de restauración. Un programa de seguimiento tiene que cumplir las siguientes funciones:

- En primer lugar, debe servir para conocer el éxito de las diferentes actuaciones incluidas en el proyecto, así como para acumular conocimiento y experiencia para futuras intervenciones. La evaluación de los resultados debe afrontarse, al igual que el propio proyecto, desde una perspectiva integral, que tenga en cuenta las modificaciones espacio-temporales que las técnicas empleadas han generado, desde el momento de su ejecución, sobre el conjunto de variables que conforman el sistema fluvial.

- Debe minimizar algunas prácticas inadecuadas, tales como el diseño de actuaciones sin objetivo claro, el planteamiento de los proyectos como simples ensayos, o la falta de respuesta por un desconocimiento del medio fluvial.
- Debe fomentar la cooperación entre técnicos, gestores, investigadores, y demás agentes públicos y privados implicados en la gestión de estos sistemas.
- Debe permitir una racionalización de las inversiones, con objeto de centrar la financiación en aquellas actuaciones que ofrezcan mejores resultados y que contribuyan más a mejorar el estado ecológico del río.

Etnobotánica de las riberas: importancia cultural

Introducción

Las riberas y zonas húmedas en general no sólo son puntos de interés para la biodiversidad, donde ésta aumenta y se enriquece bruscamente, sino que además son riqueza y abundancia para el ser humano desde nuestros orígenes. Suponen por tanto un aumento enorme de

diversidad cultural, es decir, existe en ellas un rico conocimiento humano tradicional, muy ligado a estas zonas tan especiales y privilegiadas de la Tierra, donde la vida bulle.

Nuestro país no escapa a ello, a pesar de ser un país mediterráneo y/o semiárido en más de un 85% de su superficie, presenta una gran cantidad de agua, ya sea superficial u oculta, en forma de criptohumedales o humedales temporales.

Las plantas son excelentes indicadores de esta presencia de agua, conocer la ecología vegetal de determinadas especies implica interpretar el medio y las características del suelo y la agua allí existente.

Destaca –entre todas las ciencias que estudian el conocimiento tradicional– la etnobotánica como ciencia relativa al uso popular de las plantas, que cobra especial relevancia en los ambientes y ecosistemas ligados al agua. Es una ciencia relativamente joven en nuestro país, que estudia los saberes tradicionales de las gentes rurales y su interacción con el medio a través de los vegetales. Relación entre los pueblos y las civilizaciones y su incidencia en el mundo verde.

Con frecuencia hablamos de plantas palustres para referirnos a las plantas que

viven ligadas a los medios acuáticos, ya sean acuáticas estrictas o ligadas a los márgenes y zona de influencia del agua.

Grupos de usos

Podemos analizar distintos tipos de usos de plantas ligadas a los medios acuáticos y subacuáticos, existen diversas categorías de uso según el fin o utilidad perseguida por el ser humano. Un grupo muy importante lo constituyen las plantas silvestres comestibles, como por ejemplo los berros, las pamplinas, corujas o perifollos y otras mucho más desconocidas, que se recogen al principio de la primavera para ser consumidas crudas o en ensalada, con la única precaución de la limpieza y la disponibilidad. En relación con su época idónea de recolección y consumo existe aquel dicho popular muy extendido en nuestro país: «los berros de abril para mí, los de mayo para mi amo y los de junio para mi burro». Dicho que se suele aplicar también a las acederas o a los espárragos silvestres.

En segundo lugar destacan las plantas para fibras o plantas textiles, grupo de gran importancia por el elevado número de especies que encontramos en los bordes de ríos, arroyos y humedales (vegetación helofítica o marginal). Destaca, por ejemplo, el grupo de los juncos, juncias, espadañas, etc.

Algunas como el carrizo, el junco o la caña se han usado en construcciones para techados, separación de muros y falsos techos, siendo una herencia directa de las construcciones tipo palafito de origen neolítico. Con otras como la citada caña o el mimbrero –árbol o arbusto ligado al agua– se hacen recipientes o cestos para contener, en la llamada cestería tradicional.

El tema fue tan importante en el pasado que existían profesiones como la de «neero» (en Daimiel y alrededores) el que trabaja la enea, mimbrero o cestero, o silletero, aquel que hacía y reparaba los «culos» de las sillas.

Con espadaña o enea, también llamada «bordo» en algunos puntos de Castilla, se fabricaban muchas cosas, entre ellas persianas y los palos de los cohetes de las fiestas patronales.

El mimbre ha sido y es un tema muy importante en nuestro país, en casi todas las zonas se usaba y había personas especializadas que lo trabajaban, incluso grupos nómadas que iban trabajando por los pueblos y ofreciendo sus servicios. Se usan varias especies, pero las más importantes fueron el sauce frágil (*Salix fragilis*) y el *Salix viminalis*. En la actualidad se usan variedades híbridas cultivadas, que denominamos colectivamente «sauces americanos». El tema y la actividad

cayeron en crisis total con la importación de fibras chinas, trabajadas con mano de obra mucho más barata. Destaquemos aquí el pueblo de Villoruela, en Salamanca, que se dedicaba, casi toda la localidad, al oficio del mimbre, y que aún a pesar de las crisis sucesivas sobreviven unas cuantas familias en el oficio, contra viento y marea.

En el capítulo de las plantas medicinales, el que primero nos suele venir a la cabeza, diremos que estas abundan mucho en estos medios. Iremos siempre junto a un río o un arroyo a buscar cola de caballo (equiseto), menta, mentastro, melisa o té de río. La depurativa bardana o lampazo allí crece también, y la galega o falso regaliz, que aumenta la producción de leche de los animales (galactógena).

Algunas de estas especies son bioindicadores de la calidad del agua o de las tierras circundantes, como el citado mentastro que indica suelos frescos y profundos, muy aptos para el pasto o la agricultura. Preciosos nombres reciben otras muchas plantas de humedales, como menta de lobo, menta cervuna, pimienta de agua, flor de loto, cobertera, cardo de laguna, etc.

Entre las plantas acuáticas, y muy cercanas a las plantas terapéuticas, se encuentran

especies muy tóxicas, que son muy útiles por sus principios activos, pero de las que se guardan muy bien pastores y cabreros de acercarse a ellas con sus rebaños. Por ejemplo, las cicutas o cibutas, el nabo del diablo, la adelfa, el pimientillo y otras muchas.

Hablando de toxicidad, están también las llamadas plantas ictiotóxicas, usadas antiguamente para pescar; actividad hoy totalmente prohibida, pero que fue muy importante en el pasado para una alimentación deficitaria y, por supuesto, una actividad de gran interés antropológico, que nos une con nuestro pasado más remoto.

Destacan igualmente los árboles de ribera, como el mimbrero ya citado. Madera importante para la llamada carpintería de obra fue la de olmo o la de chopo; en menor medida el aliso o el abedul. El aliso o amieiro se usó como materia tintórea, para teñir de negro; su madera presenta un bello color anaranjado. Es un árbol de gran importancia en las riberas, como protector de bordes, prevenir riadas, así como depurar las aguas y fijar nitrógeno.

Es necesario no confundir las plantaciones de choperas de rápido crecimiento con los bosques de ribera, en muchos casos se han sustituido unas por otras, con gran perjuicio para la biodiversidad, aun reconociendo que las choperas son necesarias como produc-



*Plantación de choperas.
Foto: Eduardo Viñuales*

toras de madera y pasta de papel, pero siempre en su lugar adecuado, bien elegido y meditado.

El fresno es un árbol ligado al agua, aunque resistente a periodos prolongados de sequía. Ha sido el árbol preferido de ganaderos y vaqueros, por el valor de su ramaje como pasto arbóreo nutritivo para el ganado. Del fresno todo se aprovecha, su madera es también de buena calidad. En algunos puntos de nuestra geografía hay

determinados fresnos venerados o monumentales por su gran tamaño o significado; cabe destacar el fresno de la ermita de la Virgen de Guayerbas en la sierra de San Vicente (Toledo) o el de Santa Leonor, en una finca próxima a Cebreros (Ávila).

En el apartado de leyendas y mitos relacionados con plantas acuáticas, algunas se refieren a las plantas que viven sumergidas y enraizadas en el fondo del cauce, que al nadar nos rozan y acarician, produciendo

sensaciones muy extrañas. Destacamos aquí la creencia –referida a La Mancha húmeda y alledaños– de que los nenúfares, allí llamados «coberteras», son plantas enigmáticas, que te enganchan y terminan ahogando cuando nadas en sus proximidades. Es necesario recordar que los nenúfares son muy escasos y están protegidos, siendo plantas acuáticas indicadoras de remansos o «tablas» y una calidad ambiental elevada.

Algunas plantas silvestres ligadas al agua son un recurso potencial importante en lo que se refiere a su uso como ornamentales o para jardinería. Por ejemplo, los lirios amarillos o los esparganios y determinados *Scirpus*. Los tarajes son unos bellos arbolillos, muy útiles en la restauración paisajística de zonas degradadas, y de espectacular floración.

Las turberas son humedales muy especiales, donde la presencia de determinados musgos llamados esfagnos o musgos de las turberas es casi imprescindible. Los esfagnos se usaron como compresas de calidad excepcional en ambas guerras mundiales, son además de absorbentes, un excelente antiséptico. La turba desecada es un excelente combustible de olor aromático, muy importante como combustible en algunos países. Las tur-

beras son unos medios riquísimos en biodiversidad, protegidos hoy estrictamente por leyes europeas, muy escasos en países como el nuestro, donde se deben conservar a ultranza. Allí crecen plantas tan curiosas y desconocidas como las insectívoras, que capturan insectos para suplementar su dieta de nitrógeno y fósforo.

En los suelos aluviales tipo ribera se han desarrollado los grandes cultivos y las grandes civilizaciones. Son suelos fértiles y húmedos, fuente de riqueza y progreso, los suelos preferidos para la agricultura, pero es importante respetar también las riberas naturales, los setos y espinales con toda su diversidad. Ello no sólo beneficia a la naturaleza, sino a los propios cultivos y su equilibrio, así como al conocimiento etnobotánico y etnoecológico que de estos lugares hemos acumulado a lo largo de la historia de la humanidad. Conocimiento cuya pérdida se ha acelerado a pasos agigantados por una ausencia de relación equilibrada con la gestión del agua y por la capacidad destructiva de las máquinas fabricadas por el hombre, que si bien facilitan nuestra vida, nos hacen perder de forma alarmante biodiversidad natural y diversidad cultural de forma irreversible.

Estrategia nacional de restauración de ríos.

Seguimiento ambiental

Antecedentes

La Directiva Marco del Agua, que fue transpuesta a la legislación española en diciembre de 2002, ha cambiado de forma notable el enfoque de la gestión tradicional de los ríos en España, obligando a la consideración de objetivos ambientales en el aprovechamiento de los recursos hídricos, e introduciendo una serie de mecanismos para la transparencia y optimización de dicha gestión, como la participación pública y la recuperación de costas.

Una de las tareas primordiales que establece esta directiva es la de alcanzar el buen estado ecológico o el buen potencial ecológico de todas las masas de agua en el año 2015, y para ello establece la necesidad de preparar planes de gestión de cuencas (*River Basin Management Plans*), donde se recojan los programas de medidas que cada Estado miembro tiene previsto ejecutar para alcanzar dicho buen estado o potencial ecológico.

Previendo la necesidad de coordinar los diferentes trabajos que son necesarios de

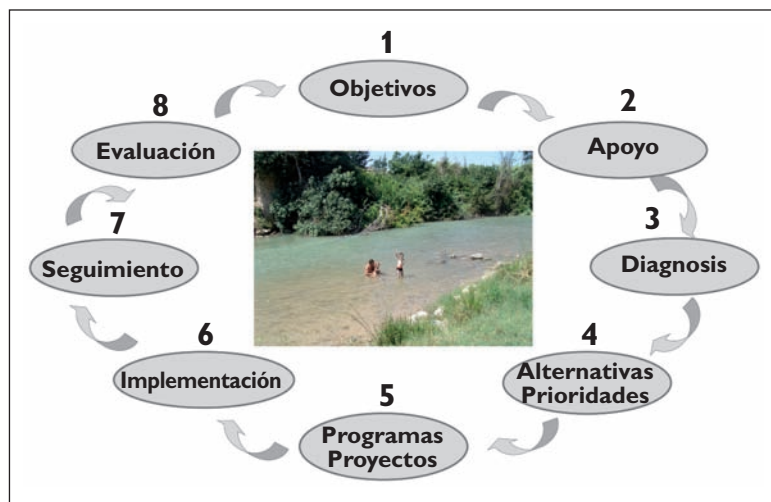
realizar a escala nacional para conseguir los objetivos ambientales de la Directiva Marco del Agua, el Ministerio de Medio Ambiente puso en marcha en 2007, desde la Subdirección General de Gestión Integrada del Dominio Público Hidráulico a cargo de Jesús Yague, y con el asesoramiento científico y técnico de la Universidad Politécnica de Madrid, la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, siendo entonces director del Agua, Jaime Palop y ministra de Medio Ambiente, Cristina Narbona.

Siguiendo los principios de esta Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, se dispuso de un presupuesto aproximado de 1.500 millones de euros para el periodo 2008-2015, dentro del cual se organizaron numerosos proyectos de intervención en los ríos, muchos de ellos actualmente ejecutados o en vías de realización (Yague et al., 2008).

Contenido de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos

Los objetivos de esta Estrategia Nacional se enfocan a organizar una serie de tareas para garantizar la mejora ambiental de los ríos españoles en el contexto de la Directiva Marco del Agua. Para ello se diseñó en su

Figura 1.
Etapas propuestas para el desarrollo de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos



día una secuencia de trabajos donde se contemplaron diferentes etapas de diagnóstico y priorización, de formulación de programas e implementación, y de seguimiento y evaluación, tal como se representa en la Figura 1.

Para sintetizar el diagnóstico de los problemas que afectan a los ríos españoles, se organizaron seis grupos de trabajo a escala nacional, integrados por un centenar de personas representando a las distintas administraciones, comunidad científica, grupos ecologistas, agentes sociales y público en general. Cada grupo de trabajo

se centró en una problemática concreta, derivada respectivamente de la agricultura, urbanización, regulación de caudales, alteraciones morfológicas, especies invasoras y conservación fluvial. En los informes elaborados por los coordinadores de dichos grupos, y ratificados por los participantes de cada uno de ellos, se pone en evidencia la importancia de la agricultura y de la urbanización como las mayores presiones en los ríos españoles, teniendo graves efectos a través de la regulación de caudales –motivada en su mayor parte por el regadío– y la ocupación del territorio, en este caso con mayor incidencia de las zonas pavimentadas, teniendo en ambos casos una repercusión a veces dramática en las condiciones del medio acuático, la alteración morfológica de los cauces y la contaminación de las aguas.

Unido a estas presiones, con sus respectivos impactos y efectos en los ecosistemas fluviales, existe una problemática de índole administrativa que dificulta la buena gestión ambiental de los ríos, centrada en los siguientes aspectos:

- Escasa multidisciplinaridad e insuficiente formación de los técnicos encargados de la gestión de los ríos, protección de los hábitats, valoración de caudales ecológicos, etc., que proceden de una

cultura centrada en la ingeniería hidráulica tradicional, en tanto que ahora tienen que enfrentarse a nuevas exigencias y normativas, para las cuales no disponen de adecuada formación y experiencia.

- Dificultad para la coordinación entre administraciones, con graves y evidentes desequilibrios entre su capacidad de gestión de los ríos, centrada en los organismos de cuenca, y el posible impacto que se deriva de su propia actuación (políticas agrarias o de desarrollo rural, planes urbanísticos, obras de infraestructura, gestión de espacios protegidos, etc.).

- Falta de vigilancia de los ríos, permisividad a una frecuente ocupación del dominio público hidráulico y escasa participación pública demandando su protección y restauración.
- Insuficiente información básica (datos de aforos, sólidos en suspensión, carga de fondo, perfiles naturales, etc.) para interpretar correctamente la evolución geomorfológica y la idoneidad y efectos de los caudales ambientales propuestos. Falta de información sobre el estado de las especies invasoras, y sobre el papel de los espacios protegidos en la conservación de los ríos.

Figura 2.
Programas y tipo de proyectos contemplados en la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos



Atendiendo a esta problemática referida a los ríos españoles, dentro de la Estrategia Nacional se establecen varias líneas prioritarias de actuación, organizadas en diferentes programas, cada uno de ellos con sus respectivos proyectos (Figura 2).

Especial importancia se ha concedido desde su inicio al Programa de Formación y Comunicación, organizando un curso de formación técnica y dos seminarios internacionales de 2006 a 2008 a los que acudieron expertos científicos de gran relieve de otros países, publicando varias guías metodológicas de restauración fluvial aludiendo a los aspectos científico-técnicos y jurídicos, y creando una página web, hoy día incluida

en la del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, para la difusión de las convocatorias y acciones dentro del marco de la restauración fluvial.

También se resalta el Programa de Conservación, teniendo como objetivo más urgente conservar y proteger los tramos fluviales que todavía presentan un estado ecológico bueno o muy bueno, dentro del cual quedan incluidas todas las tareas de conservación de las Reservas Fluviales previstas por la Directiva Marco del Agua y las de gestión de los espacios fluviales correspondientes a la Red Natura 2000.

En el programa más concreto de restauración y rehabilitación, se hace especial hincapié en la necesidad de disminuir presiones e impactos antes de proceder a las tareas específicas de restauración. Aquí se contemplan las actuaciones necesarias de abordar en las cuencas vertientes, paliando la problemática de la erosión de suelos y el aporte de fertilizantes y pesticidas por la agricultura, o el efecto hidrológico y geomorfológico del sellado e impermeabilización del suelo por la urbanización y las infraestructuras de transporte, así como las actuaciones necesarias de abordar en los propios cauces, diferenciando tramos urbanos y no urbanos. En los primeros se

destaca su prioridad para la restauración aludiendo a su mayor impacto en la ciudadanía y efecto demostración, mientras que en los segundos se resalta el menor conflicto y coste económico de la restauración con un mayor beneficio ecológico en la mayoría de los casos, y la necesidad de contemplar el mayor interés de los espacios protegidos y los tramos con patrimonio cultural.

En todos los casos se enfatiza el significado de la «restauración fluvial», para la cual es necesario recuperar los procesos de los ríos regidos por los agentes naturales que operan en cada tramo fluvial, y eliminar o mitigar la influencia de los factores o agentes antrópicos que están causando su mal funcionamiento hidrológico y ecológico.

Todas las acciones llevadas a cabo en los ríos deben tener mantenimiento y seguimiento, y para ello la Estrategia Nacional contempla un programa específico donde se puedan incluir todas estas tareas de evaluación del estado de los ríos posterior a las intervenciones, a medio y largo plazo.

Finalmente, se contempla un Programa de Evaluación de la propia Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, en el cual hay esta-

blecidos unos indicadores ecológicos de los ríos, junto a otros indicadores de la mejora de la gestión administrativa, participación pública y uso social, resaltando valores de percepción de la ciudadanía, transparencia, multidisciplinaridad, confianza, aprendizaje social, etc.

Situación actual

Posteriormente a la formulación de esta Estrategia Nacional de Restauración presentada en 2007 se han hecho inversiones en los ríos con la intención de su mejora ambiental, pero falta todavía mucho camino por recorrer para su logro. Se han llevado a cabo actuaciones muy loables para la mejora de la continuidad longitudinal de los ríos y la conectividad del hábitat, eliminando numerosos azudes y desplazando algunas motas especialmente en los ríos del Norte y del Duero, pero en otras regiones se siguen produciendo degradaciones adicionales, y se abusa en muchas ocasiones de las técnicas de bioingeniería y de las plantaciones de ribera. En la mayoría de los casos no se realizan con detalle análisis de costes de los proyectos y beneficios ambientales obtenidos, lo que evidenciaría en muchas ocasiones la necesidad de abordar otros planteamientos, centrandolo en ganar espacio para el río, liberar ten-

siones en el territorio fluvial y retirar estructuras que limitan la movilidad y dinámica propia de los sistemas fluviales, dejando al propio río, con su energía y mecanismos de regeneración natural, los trabajos de recuperación del hábitat y reconstrucción de sus comunidades biológicas.

Conservación de humedales de ribera. Reserva Natural del Aiguabarreig*

Situación actual

Territorialmente se encuentra en el centro de la depresión media del Ebro. Limita al oeste con los Monegros, al este con los Tossals de Montmeneu y Almatret y hacia el sur con la cola del embalse de Ribarroja.

El Segre y el Cinca forman un primer Aiguabarreig entre las poblaciones de La Granja d'Escarp y Massalcoreig, en territorio de la comunidad de Cataluña, y a pocos kilómetros convergen con las aguas del Ebro ya en la comunidad aragonesa. En su parte catalana está formado por 351 hectáreas

* Ver definición en el glosario



Garcilla bueyera
(*Bubulcus ibis*).
Foto: Jose Luis Ojeda

que forman parte del Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN) «Aiguabarreig Segre-Cinca» y la Red Natura 2000.

A pesar de ser muchos los intentos por conseguir una figura superior de protección y un plan específico de gestión para esta zona, tan rica ornitológicamente, constituyendo el Consorci de

l'Aiguabarreig del Segre-Cinca para aglutinar a los pueblos de la zona, éste nunca se ha llegado a formalizar, y ha sido el Ayuntamiento de Seròs, por medio de la Oficina de dinamización del Aiguabarreig, la institución pública que viene desarrollando desde hace más de siete años un interesante proyecto de divulgación del espacio a través de un consolidado programa de educación ambiental y recientemente a través de una oficina de turismo ornitológico.

La riqueza ornitofaunística de la zona

Hay un gran contraste entre el gran humedal formado por la unión de estos importantes ríos y la aridez que lo rodea. Tal hecho hace de este lugar un punto estratégico para muchas aves, de invernada, de reproducción o como parada en el largo recorrido migratorio.

La acumulación de sedimentos en la cola del embalse de Ribarroja ha permitido que a lo largo de los últimos quince años se hayan constituido diferentes islas entre las confluencias primero del Segre con el Cinca hasta llegar al Ebro, ya en la población aragonesa de Mequinenza. De entre todas ellas cabe destacar l'Illa dels

Martinets, donde a lo largo de los años se ha consolidado una importante colonia de Ardeidas, como por ejemplo, la garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*), la garceta común (*Egretta garzetta*), el avetorillo común (*Ixobrychus minutus*), el martinete común (*Nycticorax nycticorax*), la graceta grande (*Ardea alba*) la garza real (*Ardea cinerea*) y la garza imperial (*Ardea purpurea*), a las que en los últimos años se ha añadido la garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*).

En el ecosistema estepario podemos destacar: la ganga ortega (*Pterocles orientalis*), la ganga ibérica (*Pterocles alchata*), la carraca (*Coracia garrulus*) o las terreras común y marismeña (*Calandrella brachydactyla* y *C. rufescens*), y en el ecotono entre la estepa y el humedal encontramos roquero solitario (*Monticola solitaria*) y collaba negra (*Oenanthe leucura*), por citar algunas de las más representativas.

Seguimiento científico

Entre los diferentes programas de seguimiento cabe destacar el proyecto SYLVIA que realiza el Institut Català d'Ornitologia, en la ribera del río Cinca, en el término municipal de Massalcoreig, a poco menos de un kilómetro antes de encontrarse con las aguas del Segre.

¿Qué es el proyecto SYLVIA? Su objetivo es conocer las tendencias poblacionales de las aves analizando, paralelamente, el estado de conservación de los espacios naturales. Consiste en una red de estaciones de anillamiento llamadas «de esfuerzo constante», que a lo largo del tiempo mantienen un protocolo de trabajo fijo. Los cambios en el número de aves adultas permiten evaluar las tendencias poblacionales y el número anual de aves juveniles se utiliza como un indicador de productividad y de éxito reproductor. Dado que las aves adultas muestran una alta fidelidad a las áreas de cría, la proporción de adultos capturados de un año a otro se utiliza para calcular las tasas de supervivencia. El programa SYLVIA es el único sistema de seguimiento que permite obtener información muy detallada sobre todos estos parámetros demográficos, lo que lo convierte en una herramienta de gestión ambiental muy importante, ya que nos permite profundizar en la causas de los cambios observados en el medio natural⁴. Se subdivide en dos períodos de estudio: de cría o estival y el de invernada.

Programas de sensibilización ambiental

Se cuenta con un extenso programa de educación ambiental para adultos, por medio de

4. ICO.2010.SIOC: servidor de información ornitológica de Catalunya. ICO, Barcelona. (<http://www.sioc.com>)



*Isla de los Martinetes,
en el Aiguabarreig.
Foto: M^a Àngeles de La Cruz*

salidas puntuales los fines de semana, y para escolares de Cataluña y Aragón. El programa está basado en la enseñanza de los valores y funciones del bosque de ribera, las mariposas y las aves, despertando el espíritu conservador entre la población.

Para ello se utilizan muchas veces las propias sesiones del programa SYLVIA; así, al mismo tiempo que el anillador realiza su trabajo, un educador les explica la importancia que tienen las aves como bioindicadores de la conservación de los bosques de ribera.

Turismo ornitológico

En los últimos años, y también como iniciativa que ha partido desde el Ayuntamiento de Seròs, se ha impulsado la creación de una oficina de turismo específica para la promoción del turismo ornitológico, que empezó primero para dar a conocer la Reserva Natural del Aiguabarreig. Es así como en el 2007 nació la Oficina Catalana de Turisme Ornitològic.

Toda la Reserva Natural del Aiguabarreig posee un gran potencial para el ecoturismo. Un turismo respetuoso con el medio ambiente, lejos de las masas de turistas que invaden las costas. Esta actividad turística pretende ser un revulsivo económico para las poblaciones del sur de la comarca del Segrià, de tradición eminentemente agraria.

Mequinzenza, por el contrario, es un punto turístico muy conocido en toda Europa especialmente por los amantes de la pesca deportiva. En la década de los setenta, cuando aún no se disponía de una reglamentación ambiental, se introdujeron en los ríos diferentes especies de peces, siendo la más conocida el siluro (*Silurus glanis*) por sus espectaculares dimensiones. Este hecho ha empeorado la situación para muchas especies de aves, especialmente

para las anátidas, estando ausentes en la masa de aguas abiertas de la confluencia del Segre y el Cinca con el Ebro.

La actividad pesquera perturba a la colonia de Ardeidas de la Illa dels Martinets, ya que aún estando prohibida la navegación en época de cría, hay un porcentaje de pescadores que siguen practicando la pesca deportiva en la zona. Al estar la isla bajo el gobierno de dos comunidades autónomas se dificulta la identificación del organismo sancionador.

Procesos de participación pública en la restauración de ríos

Restaurar un río no es una tarea fácil. Suele haber diversidad de actores implicados y de opiniones, conflictos de intereses, variedad de objetivos, una brecha entre los costes de hoy y los beneficios para mañana, y procedimientos administrativos complejos y largos. Por ello, muchos proyectos de restauración fluvial se han quedado sin ejecutar, o aún ejecutados no han logrado los objetivos inicialmente previstos. Ante estas incertidumbres, conviene tomar las

decisiones sobre la posible restauración de un río tras un proceso de participación pública. Este proceso permite comprender y tener en cuenta todos los intereses y dudas del conjunto de la sociedad, y alcanzar el punto óptimo entre los objetivos ecológicos del proyecto, los usos competitivos de los recursos, los costes y el tiempo de ejecución.

La participación pública se contempla en el marco jurídico español y su alcance está determinado principalmente por las obligaciones de la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente. Desde el punto de vista procedimental, la aprobación de estos proyectos requiere un trámite ambiental que presenta los dos momentos clásicos de intervención pública, la fase de consultas previas (participación muy restringida) y la etapa de la información pública.

Sin embargo, como ocurre en otros Estados Miembros de la UE, en España no existe mucha tradición participativa en la restauración de los ríos, más allá del cumplimiento estricto de la ley, la implicación de los usuarios directos del agua o las consultas públicas en una fase avanzada de los proyectos. Por ello será necesario tiempo y

un esfuerzo considerable para que los procedimientos participativos produzcan resultados efectivos y será necesario aprender haciendo, como ya se hace en el Proyecto Rius, las restauraciones del Arga y Aragón (Navarra) y en otros tantos proyectos.

No existe una forma única de intervención para llevar a cabo procesos participativos. El contexto económico, socio-cultural y ambiental de cada proyecto de restauración de río es diferente, y así tendrán que ser también los caminos para buscar proyectos en los que todos salgan ganando (*win-win projects*) a través de acuerdos y/o compromisos negociados.

A pesar de todas las diferencias, se pueden recomendar los siguientes pasos para conseguir que los procesos participativos tengan éxito:

- Establecer y ejecutar una hoja de ruta para la puesta en marcha del proyecto de restauración participativo.
- Identificar los intereses, dudas e incertidumbres de los interesados, generando un espacio de entendimiento mutuo.
- Desarrollar alternativas de actuación que repartan los riesgos y beneficios de forma asumible para todos los interesados.

- Realizar una evaluación continua y participativa de los procesos ejecutados y los objetivos logrados, para identificar la eficacia de las acciones llevadas a cabo, detectar efectos no previstos y diseñar nuevos escenarios si fueran precisos.

La identificación de los interesados, el análisis de los servicios ecosistémicos de un río y los posibles efectos de su restauración, son tres elementos básicos del proceso que enumeramos a continuación⁵:

A partir de un análisis inicial, el proceso participativo puede:

- Identificar, cartografiar y comprender los diferentes valores y amenazas percibidos por parte de todos los interesados, y la relación entre ellos.
- Deliberar sobre una visión a largo plazo para el río y definir el objetivo que se quiere conseguir como resultado del proyecto de restauración; los riesgos asociados a los cambios esperados; la posibilidad de equilibrar estos riesgos a través de reglas de gestión del río y sus servicios ecosistémicos, y/o asumiendo las correspondientes compensaciones.
- Identificar los problemas derivados de la ejecución del proyecto, así como su alcance (objetivos, lugares, tiempos, costes,

5. Basado en Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005b. *Ecosystem and human well-being: Wetlands and Water. Synthesis*. World Resources Institute, Washington, D.C.

resultados esperados, actuaciones previstas y las contribuciones necesarias de los diferentes actores) y las reglas del juego del proceso participativo.

- Desarrollar otras acciones cuando surjan las necesidades durante la elaboración, la ejecución y el seguimiento del proyecto, acordadas con los interesados en el mismo.

Entre las herramientas más habituales de la participación pública se pueden destacar: talleres de trabajo de diversa índole, recorridos por el río, la custodia del territorio y el voluntariado, sin olvidarse de facilitar el acceso a una información de calidad y realizar las consultas formales pertinentes durante la tramitación administrativa del proyecto.

Merece la pena llamar la atención sobre la importancia de definir primero el qué, por qué, y con quién de un proceso o una actividad participativa, y posteriormente el cuándo, dónde y cómo, y alertar sobre el perjuicio causado por aparentes procesos participativos sin consecuencia real para los proyectos correspondientes.

Y finalmente, más allá de los beneficios pragmáticos para el propio proyecto de restauración, la participación pública real puede estimular el aprendizaje social, y la creación de una sociedad más responsable e implicada en la gestión sostenible de los ríos.

Beneficiarios/ Interesados/ Actores	Servicios ecosistémicos	Usos	Valores
<p>Vecino. Regante, agricultor, ganadero, propietarios y trabajadores en la industria (hidroeléctrica y otra) y el abastecimiento urbano de agua, consumidor. Pescador, cazador. Conservacionista, ecologista Usuario recreativo, turistas, empresas turísticas. Artista, educador, investigador. Propietario o arrendatario de terrenos. Administraciones promotoras y afectadas (agua, economía, transporte, medio ambiente, otras). Generaciones futuras.</p>	<p>Suministro: alimentos, agua pura, leña, fibra (turba), gravas y arenas, bioquímicos, recursos genéticos y ornamentales. Regulación: clima, enfermedades, cantidad de agua: recargas e inundaciones, calidad del agua, erosión, desastres naturales. Culturales: espirituales y religiosos, recreativos, estéticos, inspiración, educacionales. De base: formación de suelo, ciclos de nutrientes, soporte para polinización, conectividad ambiental.</p>	<p>Pesca, caza, recogida de frutos y hierbas. Cultivos agrícolas, aprovechamiento forestal, ganadería. Riego, consumo urbano e industrial del agua, uso energético del agua. Corredores de transporte Actividades recreativas y deportivas (pesca, piragua, bicicleta, etc.).</p>	<p>Seguridad (contaminación, inundaciones). Salud (agua potable, aire limpio, temperatura, energía). Bienes materiales: acceso a recursos y beneficio económico. Valor social, recreativo, creativo y de aprendizaje.</p>

Ejemplos de restauración de riberas

Ejemplo 1: Restauración del río Salobre en Hoz de la Vieja (Teruel)

Iniciativa: Fundación Banco Santander y SEO/BirdLife.

Entidad ejecutora: Fundación Banco Santander y SEO/BirdLife.

Colaboraciones: Ayuntamiento de Hoz de la Vieja, Departamento de Medioambiente del Gobierno de Aragón y la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Estado de la propiedad: Confederación Hidrográfica del Ebro.

Situación antes de la restauración

El barranco del Salobre, situado en el término municipal de La Hoz de la Vieja (Teruel) es un típico cauce de montaña mediterránea, que en la zona de la actuación se abre creando una llanura de inundación.

La zona de trabajo forma parte de la Red Natura 2000, ya que está incluida en la Zona de Especial Protección para las Aves, ZEPA, desfiladeros del río Martín. Se trata de un importante conjunto de sierras ibéricas surcadas por una compleja red de hoces de origen fluvial, originadas por los ríos Martín, Escuriza, Cabra y otros barrancos tributarios a ellos, como lo es el barranco del Salobre. Fue designada como tal a causa de su interés ornitológico, destacando las importantes poblaciones de rapaces rupícolas: buitre leonado (*Gyps fulvus*), alimoche (*Neophron percnopterus*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), águila real (*Aquila chrysaetos*) e incluso varios territorios de águila-azor perdicera (*Hieraetus fasciatus*).



Panorámica del barranco de Hoz de la Vieja (Teruel).

Foto: SEO/BirdLife



Rotura de las acequias. Obras de restauración del río Salobre (Teruel).
Foto: SEO/BirdLife

Siendo una rambla con un gran potencial para la biodiversidad de especies asociadas a las riberas, se encontraba con un fuerte impacto ambiental debido al sobre-pastoreo, a la ocupación del dominio público hidráulico y a la construcción de antiguas acequias que disminuían la permanencia de la lámina de agua sobre la rambla durante las avenidas. Completamente deforestada; a pesar de que el pastizal presente ha minimizado el efecto, se observan puntos de erosión remontante en la parte final de la misma.

Objetivos de la restauración

Devolver la dinámica fluvial a la rambla situada en el río Salobre dentro del término municipal de Hoz de la Vieja. Recuperar la biodiversidad de las riberas de la ZEPA, Desfiladeros del Río Martín y contribución a la conservación de las especies por las que fue incluida dentro de la Red Natura 2000 esta zona. Dinamización del medio rural, disponibilidad de áreas naturales y compatibilidad con el uso público.

Plan de restauración

Se realizaron las siguientes acciones:

- Programa de información y participación de los agentes locales en la restauración, con especial incidencia en los propietarios de parcelas colindantes.
- Adecuación de acequias mediante su relleno y tapado.
- Descompactación del terreno y eliminación de rodadas.
- Control de erosión mediante la adecuación de los cruces de caminos con la rambla.
- Recuperación de una balsa de agua destinada al apoyo a la ganadería extensiva y al aumento de la biodiversidad.
- Recuperación de la vegetación de porte arbóreo y arbustivo, mediante la plantación de distintas especies autóctonas adaptadas a los recursos hídricos disponibles.
- Participación ciudadana mediante el voluntariado y la implicación directa en el proyecto.
- Fomento del empleo local mediante la contratación de servicios de empresas de la zona.

Valoración de las medidas de restauración adoptadas

En 2008 y 2009, la Fundación Banco Santander –dentro de su programa estratégico de restauración de espacios naturales degradados– junto con la Sociedad Española de Ornitología SEO/BirdLife y con el respaldo del Gobierno de Aragón y el Ayuntamiento de Hoz de la Vieja, inició un proyecto para la restauración del barranco del río Salobre. Posteriormente en 2009 y 2010 se han continuado las obras de restauración del hábitat mediante el apoyo de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

La primera actuación llevada a cabo fue el suavizado de taludes en las acequias laterales, con el objeto de facilitar la colonización de la vegetación riparia y la conexión de los diferentes hábitats con el cauce principal, mejorando considerablemente con ello el funcionamiento ecológico del tramo fluvial y favoreciendo la inundación periódica por las aguas del cauce.

En los puntos en los que el cauce es atravesado por el camino vecinal, que tiene problemas de erosión, se han colocado *zahorras** en el lecho, consiguiendo su estabilización sin perjudicar la continuidad fluvial.

Se ha recuperado una antigua balsa que se utilizaba como bebedero para el ganado, la cual estaba seca y en estado en un alto estado de degradación hacia décadas. Dicha restauración supondrá un aumento de la biodiversidad, especialmente para la comunidad de anfibios.



Acequias artificiales tapadas. Obras de restauración del río Salobre (Teruel).

Foto: SEO/BirdLife

* Ver definición en glosario



*Plantación de arbustos.
Foto: SEO/BirdLife*

Mediante estas actuaciones se intentó conseguir una mejora notable en la conectividad de las riberas con el cauce y el fomento de la regeneración natural. El proceso de degradación se remonta a varias décadas atrás (pastoreo y agricultura), y en toda la cuenca vertiente existe una falta acusada del piso arbóreo y arbustivo que dificulta la llegada de semillas a los suelos riparios a través de las crecidas. Estos motivos hicieron necesaria la realización de plantaciones como impulso a la regeneración natural. En el diseño de las plantaciones se ha tenido en cuenta el tipo de formaciones vegetales que existían con anterioridad y las que corresponderían a unas condiciones próximas a las naturales. Se han plantado 15 especies distintas entre árboles y arbustos y 7.000 pies en total. Todos los pies pertenecían al vivero del Servicio Provincial de Medio Ambiente de la Diputación General de Aragón. La plantación se realizó en dos temporadas.



*Balsa bebedero recuperada.
Foto: SEO/BirdLife*

Ejemplo 2: Restauración del río Piedra en Llumes y Cimballa (Zaragoza)

Situación antes de la restauración

En la cuenca del río Piedra se han observado una serie de alteraciones que afectan a su estructura y funcionalidad. A pesar de ser un río alimentado en su mayor parte por la descarga del acuífero en varios manantiales, principalmente el de los Ojos de Cimballa, su caudal presenta cierta temporalidad efímera con eventos de inundaciones y avenidas en pulsos de crecida, momento en el que se producen arrastres de sedimentos y otros elementos alóctonos y transporte de materia orgánica y nutrientes, así como fitosanitarios y otros elementos químicos utilizados en agricultura, aguas abajo.

La fragmentación longitudinal del cauce por azudes, algunos de los cuales están en desuso y otros derivan casi todo el caudal hacia acequias de riego entre los meses de abril y junio, fomentan la deposición de limos y sedimentos y se crea una capa de espesor variable de fango de alto contenido en materia orgánica. Esto, junto al alto contenido en nutrientes del agua del río Piedra debido a la intensidad agraria en la parte alta de la cuenca, fomenta el crecimiento y desarrollo de una densa masa de vegetación palustre compuesta de carrizo y lirios, que dificulta el flujo del agua y el transporte de materiales en suspensión.

Desde un punto de vista global, en el río Piedra, en el último medio siglo, se ha producido una pérdida progresiva de funcionalidad y estructura fluvial, con escasa conectividad lateral entre el río y su ribera y llanura de inundación. Los trabajos de limpieza realizados décadas atrás en el río ahondaron el lecho del cauce, lo que ha supuesto el encajamiento del río sin zonas de transición río-zona terrestre en las orillas. En definitiva, hay una homogenización longitudinal del cauce y de hábitats fluviales, y de funcionalidad hídrica.



*Reperfilado de orillas y perfil transversal en el tramo de Llumes.
Foto: Alfonso Calvo (CHE)*

Objetivos del programa

El objetivo general del proyecto se centra en la evaluación de la eficacia de una serie de técnicas de bioingeniería a la hora de «naturalizar» el cauce del río Piedra, y de mejorar el estado ecológico del mismo creando nuevos hábitats, propiciando unas márgenes más naturales, introduciendo planta autóctona, etc., todo ello sin que repercuta a los aprovechamientos de riego ya existentes.

Plan de restauración

En Llumes, término municipal de Monterde, los objetivos concretos son el acondicionamiento del perfil transversal del río y márgenes, para mejorar la conectividad lateral y vertical y recreación de hábitats de ribera, estableciendo taludes más tendidos; la mejora del perfil longitudinal, con extracción de sedimentos acumulados, y el aporte en otros tramos del cauce, y por último, la mejora de la traza actual modificando la forma rectilínea dominante por otras más sinuosas.

En la actualidad, el cauce presenta taludes verticales y se busca conseguir unas márgenes más suavizadas, dependiendo la pendiente final de la disponibilidad de terrenos de las márgenes.

Se proponen actuaciones en cauce de diversificación de hábitats y tramos fluviales mediante la recreación de tramos naturales de rápidos y pozas utilizando gravas y cantos similares a los que debería haber en el río y extracción de limos y sedimentos en alguna zona puntual del tramo de actuación, al objeto de corregir el perfil longitudinal del cauce.

Recuperación de bosque de ribera en las zonas donde se han realizado los trabajos de reperfilado de orillas, con plantación de especies riparias formando un gradiente que corresponde a su distribución espacial más frecuente, aunque los individuos de cada especie se reparten en distribución irregular.

En el término municipal de Cimballa los objetivos concretos son la amortiguación del flujo del agua en periodos de crecidas, mediante el rebaje de la cota del terreno en la zona de «entrerríos»; el acondicionamiento del perfil transversal del río y márgenes para mejorar la conectividad lateral y vertical; recreación de hábitats de ribera, estableciendo taludes más tendidos, y la recreación, aumento y diversificación de hábitats fluviales.

Por lo que se refiere al reperfilado de orillas y perfil transversal del cauce suavizando pendientes, se actuará sobre la margen derecha del río Piedra y sobre la margen izquierda del «canal del Molino». Se restaurará el bosque ribera en las zonas afectadas por el reperfilado, utilizando técnicas similares a las de la recuperación de Llumes. Se contempla la aplicación de cantos y gravas en cuatro tramos de este ámbito de actuación, siendo las características de esta intervención similares a las de la zona de Llumes.

La zona de «entrerríos» es el espacio que queda entre el río y el canal del Molino, desde el puente que cruza el río Piedra en el municipio de Cimballa. Se propone rebajar la cota en todo el espacio para favorecer su inundación en momentos de crecida del río y para acercar el nivel freático a la raíz de los árboles. Al mismo tiempo se realizará un reperfilado de las orillas y se suavizarán las pendientes.

Con las obras se afectarán, tanto en Llumes como en Cimballa, diversos servicios, públicos y privados que deberán ser repuestos al objeto de evitar afecciones a los usuarios de éstos. Entre ellos (en Llumes) se localiza la acequia de riego, paralela al río, junto con el camino de acceso. Se pretende entubar la acequia y construir un nuevo camino paralelo al actual, de manera que se puedan tender los taludes actuales del río.



*Los Ojos de Cimballa.
Foto: Eduardo Viñuales*



Río Piedra.
Foto: Eduardo Viñuales

Valoración de las medidas de restauración adoptadas

Esta restauración está todavía en curso; aun así se puede valorar ya la importancia del proceso de participación pública en el proyecto, dado que este no hubiera sido posible de no ser por la colaboración de cada uno de los agricultores que donaron desinteresadamente 10 metros de tierra para devolverle su territorio al río.

Con esta restauración el río está recuperando su continuidad longitudinal y transversal, diversificando hábitats y restaurando su equilibrio natural.

Ejemplo 3: Restauración como humedal de las graveras de Almenara en el río Tormes (Salamanca)

Iniciativa: Familia Espinosa Barro.

Entidad ejecutora: Fundación Tormes-EB.

Colaboraciones: Ministerio de Medio Ambiente: Confederación Hidrográfica del Duero, Junta de Castilla y León: Consejería de Medio Ambiente, Dirección General de Minas, Dirección General de Empleo; Junta de Castilla y León, programa PRODERCAL, Grupo de Acción Local Asociación Nordeste de Salamanca, Regimiento nº II de Ingenieros del Ejército, Diputación de Salamanca, Fundación La Caixa, Obra Social de Caja Madrid, Iberdrola, Ayuntamientos del patronato y la familia Espinosa Barro promotora y mecenas del proyecto.
Estado de la propiedad: Fundación Tormes-EB.

Situación antes de la restauración

La finca objeto de la restauración fue aprovechada desde 1975 hasta 1995 como explotación de áridos bajo película de agua. La gravera se encontraba insertada en lo que fue un bosque de ribera de alta calidad, rodeada de estepas cerealistas y monte mediterráneo adeshado.

Su proximidad al río Tormes (ribera protegida perteneciente a la Red Natura 2000), con el que forma frontera o linde directa, provocó que el nivel freático fuera muy próximo a la superficie, y que en las 30 hectáreas totales de superficie se creara un complejo lagunar cuya extensión supera las 10 hectáreas.

Recuperar estos terrenos altamente degradados fue el objetivo de la familia Espinosa Barro, quien adquiere la propiedad una vez clausurada su explotación. Se plantea el proyecto de restauración a la Fundación Tormes-EB,



Ordenación de la finca



Reestructuración de la ribera del río Tormes.
Foto: Fundación Tormes-EB

entidad a la que dicha familia dona la finca con el fin de crear en ella un centro de educación y formación ambiental, una vez devuelto el paisaje original al territorio.

La situación de partida era: pérdida de los horizontes fértiles del suelo, una ausencia casi absoluta de vegetación y un estado de abandono que provocó la creación de una escombrera incontrolada.

Objetivos del programa

Desde el principio se planificó la actuación como un proyecto de restauración integral, en el que se pretendía contemplar tanto la reconstitución del ecosistema del bosque de ribera y el humedal anejo, como su posterior uso y gestión ambiental.

En paralelo a este objetivo se define la dimensión social, al precisar el futuro uso de la finca como un centro de educación y formación ambiental que provoque un cambio en la concepción de la cultura rural de la comarca. Es decir, el proyecto busca la creación de un Centro de Iniciativas Ambientales que sirva de mediador para generar proyectos de desarrollo rural basados en la conservación de la naturaleza.

Plan de restauración

El plan diseña la reimplantación del bosque de ribera bajo tres zonas de uso:

- 1. Zona de uso público**, donde se crea un escenario para el uso público formado por un bosque de ribera de sauces maduros y una pradera natural mantenida por ganado ovino de unos 9.000 m², con un arboreto integrado.
- 2. Zona de visitantes**, lugar destinado a las infraestructuras aprovechando el alto grado de compactación y deterioro del suelo: Albergue, Aula de Formación, Centro de Museo del río Tormes y de Aperos del ayer; huerto ecológico.
- 3. Zona de reserva**, escenario idóneo como zona de refugio, cría y alimentación de distintas aves acuáticas.

Las actuaciones se han llevado a cabo en las siguientes fases (después de la retirada de escombros y residuos sólidos urbanos acumulados):

1. Movimiento de tierras: Destinado a la reestructuración del suelo fértil (aporte de 4.000 m³ de tierra vegetal procedentes de la creación de los viales de circunvalación a Salamanca), estabilización de taludes (tendido para facilitar la revegetación), reconstrucción y elevación de la orilla natural del río (para mantener la protección natural frente a crecidas y crear el entorno adecuado para la reforestación con especies de ribera).

2. Tratamientos silvícolas: Los saneamientos se centraron en la eliminación de gran parte de la vegetación muerta, para evitar la transmisión de enfermedades criptogámicas, riesgos de accidentes por caídas de árboles y prevención de incendios. Paralelamente se realizaron distintas podas (formación, mantenimiento y rejuvenecimiento) sobre las escasas y monoespecíficas formaciones arbóreas supervivientes (*Salix sp.*, *Populus nigra*).

3. Trabajos de revegetación: Se desarrolló un labor de plantación sobre las 20 hectáreas de terreno no inundado, utilizando exclusivamente arbolado autóctono de ribera con un adecuado nivel de madurez y vegetación arbustiva que complementara la cohorte leñosa. Su finalidad era:

- Aumentar la diversidad vegetal y faunística.
- Estabilizar los márgenes y orillas, tanto en las lagunas como en el río.
- Dotar de un mayor sombreado a la lámina de agua como control del grado de insolación y el régimen de temperaturas de las aguas del cauce.
- Mejorar la calidad paisajística y el valor educativo del espacio.

4. Creación de instalaciones, programas educativos e interpretativos: En esta última fase se crean los recursos definidos en la llamada zona de visitantes.



Revegetación de la ribera del río Tormes.
Foto: Fundación Tormes-EB



Situación de partida de las lagunas.

Foto: Fundación Tormes-EB



Estado actual de las lagunas.

Foto: Fundación Tormes-EB

Valoración de las medidas de restauración adoptadas

Se ha conseguido regenerar un tramo del río Tormes de unos dos kilómetros que en la actualidad presenta un humedal de alta calidad ecológica y educativa.

La recuperación del suelo, el incremento de la fertilidad y la protección frente a los usos agrícolas del entorno, además de contra la erosión fluvial, ha dado lugar a un bosque con arbolado de gran porte, diverso en especies y ecológicamente funcional. Como bioindicadores del funcionamiento ecosistémico, en la actualidad se da la presencia de especies como martinete (*Nycticorax nycticorax*), avetorillo común (*Ixobrychus minutus*), rascón (*Rallus aquaticus*), garceta grande (*Egretta alba*), garza imperial (*Ardea purpurea*) o aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*). Debemos destacar la presencia continua de nutria utilizando las aguas como zona de alimentación.

Además, otro logro de esta restauración, quizás el más importante, es la apertura de diversos proyectos de regeneración ecosistémica y paisajística en la comarca a través de las estrategias de custodia del territorio. A esto debemos añadir el incremento de la cultura ambiental de la población local, verdadero patrimonio de la conservación de los escenarios naturales.

Ejemplo 4: Restauración ecológica del Corredor Verde del Guadamar (Sevilla)

Situación antes de la restauración

En la madrugada del 25 de abril de 1998 se produjo una de las mayores catástrofes ambientales de nuestro país. Generó una gran alarma social a nivel regional, nacional e internacional por las posibles afecciones a uno de los espacios naturales protegidos más emblemáticos de la Unión Europea: el Parque Nacional de Doñana. La rotura del muro de contención de la balsa de estériles de la gran mina de extracción de pirita de Aznalcollar, ubicada en la provincia de Sevilla, originó un vertido al río Guadamar, el tributario más importante de las marismas del Guadalquivir, de 6 millones de hm^3 de lodos piráticos y aguas ácidas con un elevado contenido de metales pesados y elementos traza como el arsénico. Aunque la zona media de la Cuenca del Guadamar ya estaba bastante deforestada por explotaciones agrícolas y en especial su llanura aluvial y cauce fluvial con cultivos, extracciones de agua y contaminación, el vertido terminó por degradar la zona afectando 62 kilómetros de tramo fluvial hasta el límite del Parque Nacional de Doñana y se extendió por una superficie de 4.634 hectáreas de cauce, llanura aluvial y la marisma de entremuros.

Después de una primera fase de retirada del grueso de los lodos sedimentados (7 millones de m^3) en el tiempo record de 7 meses y de una intensa actividad legislativa y normativa de emergencia, junto con una gran campaña de información y comunicación, las administraciones ambientales, nacional y regional, pusieron en marcha en 1999 dos grandes proyectos de restauración ecológica. Por parte de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía se inició el proyecto del Corredor Verde del Guadamar.



*Imagen por satélite obtenida en abril de 1998.
Foto: UAM*



Imagen por satélite obtenida en agosto de 1998.
Foto: UAM

Objetivo del programa

Recuperar la conectividad ecológica entre los ecosistemas de Sierra Morena occidental y los arenales de Doñana y devolver a este río su papel esencial en el balance hídrico de la marisma del Parque Nacional. Desde el Ministerio de Medio Ambiente la apuesta fue el Proyecto Doñana 2005, aprobado con el objetivo de recuperar el funcionamiento hidroecológico de la misma marisma.

Plan de restauración

Para la puesta en marcha del Corredor Verde, en primer lugar y mediante un proceso participativo en el que colaboraron científicos y técnicos de diferentes administraciones, se elaboró un marco conceptual y metodológico, así como las líneas de acción que guiarían el gran plan de restauración. Se le denominó Estrategia del Corredor Verde del Guadamar y fue debatida en un Seminario Internacional en junio de 1999. Para gestionar el elevado nivel de incertidumbres que trae asociado un proyecto de la envergadura del Corredor Verde, se desarrolló un programa de investigación multidisciplinaria denominado Programa de Investigación del Corredor Verde (PICOVER), en donde, con un presupuesto de casi 6 millones de euros, y alrededor de 300 científicos de casi todas las universidades andaluzas y diferentes centros de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), pertenecientes a áreas que van desde las ciencias de la naturaleza a las sociales, de la salud y tecnológicas, aportaron sus conocimientos para que las distintas líneas y programas consensuadas en la Estrategia del Corredor estuvieran fundamentadas en el mejor conocimiento científico disponible. El Guadamar se convirtió en un tiempo récord en una de las cuencas de toda España con mayor volumen de información disponible y útil para la gestión.

El programa de actuación incluía cuatro líneas de trabajo:

- Diseño del Corredor Ecológico.
- Seguimiento, vigilancia, control y remediación de la contaminación.

- Restauración ecológica (procesos biofísicos esenciales de los ecosistemas degradados).
- Integración de sistemas ecológicos y sociales.

Estas líneas de trabajo eran alimentadas por la información científica generada en el PICOVER, la cual se gestionaba mediante un Sistema de Información Ambiental específico creado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, y articulaba un modelo de Gestión Adaptativa a través de un Programa de Seguimiento.

Valoración de las medidas de restauración adoptadas

Después de los cuatro años (1999-2003) que duró el grueso de los trabajos de restauración, con una inversión de algo más de 165 millones de euros las lecciones aprendidas podrían ser:

Lección 1 - Es necesario que el conocimiento científico esté presente desde el principio y en todas las etapas del diseño y desarrollo de los proyectos o programas de restauración, y no, como suele ser frecuente, incorporarlo como seguimiento una vez que han sido elaborados.

Lección 2 - Dada la complejidad que conlleva la solución de los problemas ambientales es necesario abordarlos, la mayoría de las veces, desde un conocimiento científico interdisciplinario que incluya áreas de las ciencias biofísicas, sociales y tecnológicas.

Lección 3 - Es fundamental contar con una trama conceptual de referencia para darles significado, sentido y servir de hilo conductor a todas las actuaciones que incluya un proyecto. En este sentido, hay que tratar de evitar los proyectos conformados como un catálogo o relación de actuaciones, más o menos independientes y no suficientemente articuladas.

Lección 4 - Es esencial traducir los resultados de la investigación en propuestas concretas de gestión, con un lenguaje sencillo y directo.



*Imagen por satélite obtenida en enero de 1999.
Foto: UAM*



Espátula común (Platalea leucorodia).

Foto: José Luis Ojeda

Lección 5 - Es muy importante ajustar los tiempos de la investigación con los de desarrollo de los proyectos técnicos. Es decir, tratar de evitar el desfase desde lo que se pide con la urgencia de la gestión y el conocimiento que se genera desde la investigación científica.

Lección 6 - Es necesario, antes de empezar las actuaciones de restauración, contar con la financiación necesaria para desarrollar un Programa de Seguimiento, que dé contenido a un modelo de Gestión Adaptativa para la toma de decisiones.

Lección 7 - Dadas las incertidumbres inherentes a los programas de gestión, y en especial los relacionados con los ecosistemas mediterráneos, es fundamental poder contar con fondos que financien investigaciones a largo plazo.

El Proyecto de Restauración Ecológica del Guadiamar ha sido considerado el proyecto de más éxito y de mayor envergadura desarrollado en España. En el año 2003, la administración ambiental regional, declaró la zona restaurada Paisaje Protegido del Corredor Verde del Guadiamar para incorporarla a la Red de Espacios Naturales de Andalucía (RENPA).

Las lecciones aprendidas de estos años de «saber hacer» nos hablan de que es necesario practicar una ciencia adaptativa (de múltiples escalas y con una aproximación socioecológica), cooperativa (interdisciplinaria e integradora), social (cívica y divulgativa) y preventiva (incorpora la incertidumbre). Una ciencia con conciencia de los problemas sociales y por tanto, comprometida con su solución. La pregunta que queda en el aire es si esta experiencia exitosa de maridaje entre la ciencia y la gestión tendrá continuidad en otras zonas o fue sólo un matrimonio de conveniencia para superar la alarma social generada por una gran crisis socioecológica.

Ejemplo 5: Restauración ambiental de la gravera de Villafranca en Arganda del Rey (Madrid)

Situación antes de la restauración

La gravera de Villafranca, se localiza en el Parque Regional del Sureste (Zona de Especial Protección para las Aves, ZEPA nº 142 denominada «Cortados y Cantiles de los ríos Manzanares y Jarama») en la Comunidad de Madrid. Es una de las 110 masas de agua artificiales catalogadas en ese Parque Regional, originadas por las actividades mineras de extracción de áridos. Está incluida, según el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), en la Zona E2 del mismo, de bajo valor ambiental, pero que incluye localidades con cierto interés, sometidas a importantes presiones e impactos (concretamente, fábricas de asfalto y hormigón colindantes con la gravera), pero con potencialidad para crear nuevos recursos para educación ambiental, zonas de recreo y recuperación de la cubierta vegetal.

Una vez abandonada la explotación de áridos en la década de 1960, la gravera de Villafranca fue utilizada como vertedero (especialmente de residuos procedentes de la fabricación de envases *tetra brick*), manteniéndose así hasta 1964, cuando se declaró espacio protegido.

En 1999 se publicó la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de las obras de construcción de la autopista R-3, en la que, como consecuencia de su afección al Parque Regional y a la ZEPA, se establecía la necesidad de medidas compensatorias para mantener la integridad de los espacios de la Red Natura 2000 (en aplicación de las Directivas Aves y Hábitats). Estas medidas debían diseñarse por parte de la empresa adjudicataria de las obras; en ese



Aspecto de la gravera al inicio de los trabajos de restauración ambiental en julio de 2005.

Foto: Ramón Martí



*Detalle del residuo de tetra brick acumulado en las orillas.
Foto: Ramón Martí*

sentido –y como también establecía la DIA– se firmó un Convenio Marco de Colaboración para optar al concurso de adjudicación de dicha infraestructura, entre Accesos de Madrid, Concesionaria Española, S.A. y SEO/BirdLife.

Una vez adjudicada la obra a Accesos de Madrid, se procedió, por parte de SEO/BirdLife, al diseño (2001-2003) de las medidas compensatorias para reducir la afección sobre los hábitats y especies prioritarias, entre los que figuran los hábitats de ribera y humedales asociados.

Objetivos del programa

Potenciar el carácter naturalizado de la lámina de agua y orillas; mejorar la capacidad de acogida del humedal para las aves acuáticas, e incrementar su biodiversidad; recuperar un espacio naturalizado para el municipio de Arganda del Rey y para el desarrollo de actividades de educación ambiental y voluntariado.

Plan de restauración

Las principales actuaciones desarrolladas (2005-2009) han sido:

- Recogida y retirada a vertedero de envases de *tetra brick* acumulados en las orillas de la gravera. Considerando la naturaleza de los materiales, y aunque se almacenaron previamente para su secado, se trasladaron a vertedero unas 3.000 toneladas de dicho residuo.
- Reperfilado del camino que delimita la gravera al norte, para eliminar la barrera que supone, tanto visual como para el desplazamiento de aves acuáticas entre graveras cercanas. El camino público permanece cerrado al tráfico rodado después de la intervención.
- Reducción de la profundidad de la cubeta oriental de la gravera (desde 5-7 metros hasta 1,5-3 metros), para incrementar la llegada de luz solar al fondo, con la consecuente productividad primaria y establecimiento de macrófitos sumergidos. Los materiales utilizados son los derivados del reperfilado del camino, de forma que no se introdujo ningún material ajeno a la zona que pudiera afectar a la calidad del agua, más allá del enturbiamiento temporal.

Se construyó un dique provisional con esos materiales que luego fueron redistribuidos para reducir la profundidad de la cubeta.

- Construcción de isla en la cubeta oriental de la gravera, para facilitar zona de descanso y reproducción de aves acuáticas alejada de las orillas más transitables y accesibles. Al retirar y redistribuir en el agua los materiales empleados para el dique provisional, se mantuvo el extremo del mismo más alejado de la orilla para crear esa isla. Cuenta con talud arenoso, para posible nidificación de avión zapador (*Riparia riparia*) o abejaruco común (*Merops apiaster*), playa de guijarros para aves limícolas y arbolado para dormitorio o descansadero de ardeidas o cormoranes.
- Soterramiento del tendido de 12-20 kilovoltios que discurría por el citado camino, en sentido transversal a la línea de vuelo de diversas especies de aves acuáticas entre la gravera de Villafranca y otros humedales cercanos. Se reduce así el riesgo de colisión y el impacto visual de esa infraestructura.

Valoración de las medidas de restauración adoptadas

Tras la finalización de las obras en noviembre de 2009, no se han completado aún otras actuaciones previstas para mejorar la biodiversidad de la gravera en su conjunto. Las poblaciones de peces alóctonos depredadores (perca sol, black-bass, pez gato...) limitan la reproducción de anátidas. El control de esas poblaciones, además del manejo de la vegetación y estructura de la cubeta ya realizadas, mejorará sin duda la capacidad de acogida de la gravera para aves acuáticas y otros grupos de interés.



Aspecto del dique provisional en construcción en la cubeta oriental de la gravera, para reducir después la profundidad de la cubeta con esos mismos materiales y construir una isla naturalizada.

Foto: Ramón Martí



Isla de nueva construcción en la cubeta oriental, una vez retirados los materiales del dique provisional.

Foto: Ramón Martí



Anátidas en la balsa oriental de la gravera, una vez finalizados los trabajos.

Foto: Ramón Martí

El perímetro inundado presenta abundante cobertura vegetal de las orillas, con comunidades de *helófitos** ligadas íntimamente a la presencia de agua como carrizo (*Phragmites australis*), enea (*Typha sp.*), tarayes (*Tamarix sp.*) y álamos blancos (*Populus alba*) dispersos. Se ha comprobado la reproducción del avetorillo común (*Ixobrychus minutus*) o la presencia fuera de la época de cría de anátidas de interés como el pato colorado (*Netta rufina*). En todo caso, no se ha puesto en marcha aún el programa de seguimiento de las actuaciones para valorar su eficacia real por quedar pendientes algunas de ellas.

Agradecimientos:

Accesos de Madrid CESA
Ayuntamiento de Arganda del Rey
Comunidad de Madrid
Selvimex
INGECO 360
Tetra Pak España

* Ver definición en glosario

Ejemplo 6: Proyecto de mejora ambiental del meandro del Plantío en el río Arga (Navarra)

Situación antes de la restauración

El río Arga presenta en su tramo medio-bajo un conjunto de presiones e impactos que han provocado la degradación ambiental del medio fluvial. La ocupación progresiva de las márgenes fluviales, y la alteración del régimen de caudales han supuesto importantes modificaciones de los hábitats y ecosistemas fluviales, así como la modificación de la dinámica fluvial del río a lo largo de su recorrido. Los procesos naturales de erosión y sedimentación se han visto alterados, transformándose la conexión del cauce principal del río Arga con los meandros activos y abandonados que jalonaban su curso.

El meandro del Plantío es uno de los más importantes del río Arga. Se encontraba desconectado del cauce principal, como consecuencia de una corta natural, probablemente motivada por la alteración de la dinámica fluvial señalada con anterioridad. El territorio ocupado por el meandro tiene una extensión aproximada de 24 hectáreas y desde su corta ha sido empleado durante años para usos agrícolas, ganaderos y forestales, que han incrementado su desconexión del sistema fluvial principal y la degradación de los ecosistemas y hábitats que acoge. Sin embargo, durante este tiempo ha mantenido un amplio número de valores sociales y ambientales, en especial unas comunidades biológicas de elevado interés (vegetación de ribera, avifauna y mustélidos, principalmente), que lo convierten en un espacio de gran interés para la conservación y restauración de los hábitats fluviales y de la dinámica del río Arga.



*Imagen de la situación antes de la actuaciones (arriba)
e imagen de los objetivos de la restauración (debajo).
Foto: Gobierno de Navarra y CEDEX*

Con el fin de revertir su estado de degradación, el Gobierno de Navarra, en colaboración con la Empresa Pública Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra (GAVRN) y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del Ministerio de Fomento, acordó la preparación y ejecución de una actuación de restauración fluvial en el meandro del Plantío, dentro del proyecto europeo «Interreg IIIa GIRE-IMER, Gestión Integral de Ríos Europeos».

Objetivos de la restauración

El proyecto tiene como objetivo la restauración y recuperación ambiental del meandro del Plantío, en los términos municipales de Mendigorriá y Mañeru (Navarra), y la mejora ambiental del entorno del río. Para ello, planteó un conjunto de objetivos que se pueden resumir en los siguientes:

- Restauración ecológica integral del sector central del tramo, en el que existe una menor presión antrópica.
- Recuperación ambiental del resto de sub-tramos, y acondicionamiento para uso público de aquellas áreas de marcado carácter fluvial, que cuentan con un potencial aprovechamiento con fines recreativos.

- Mejora ambiental de los caminos de conexión del meandro con las dos localidades más cercanas, Mendigorriá y Mañeru, para su integración en el programa de educación ambiental ligado a los valores del río Arga.

Como área de actuación se definió una franja de protección en torno al río y al meandro del Plantío, que incluye el cauce, las riberas y los terrenos adyacentes más directamente asociados a la dinámica fluvial. Asimismo, y para facilitar la delimitación del área de trabajo y la conexión con las poblaciones más cercanas, se consideró como límite de la zona de proyecto el camino perimetral que rodea el meandro desde la parte superior del cortado que domina el conjunto del sistema fluvial. Desde este perímetro se tomó como límite de trabajo el inicio de los caminos que conectan el meandro con las localidades de Mendigorriá y Mañeru.

Plan de restauración

El primer paso para definir las actuaciones necesarias para la restauración fue proceder a la zonificación del área de proyecto, con el fin de establecer zonas homogéneas en cuanto a su problemática y posibilidades de actuación. Tras ello, se procedió al diseño inicial de las actuaciones.

Una vez establecido el diagnóstico ambiental de la zona de estudio y las principales líneas de actuación, se procedió a desarrollar un programa de participación pública activa con las entidades locales y con los vecinos de la zona. Se realizó una exposición pública del proyecto en el Ayuntamiento de Mendigorriá, y una visita de campo con todos los interesados, en la que se recogieron sus impresiones sobre las líneas generales del proyecto y sus sugerencias sobre diferentes aspectos de la restauración. Como resultado del programa de restauración, se modificaron diversos aspectos del proyecto, principalmente asociados con el uso recreativo del sistema fluvial. Entre otras cuestiones, se redujo el mobiliario de uso público inicialmente previsto, se incrementaron las zonas de restauración ecológica integral,



*Creación de lagunas.
Foto: Gobierno de Navarra y Cedex*



*Tendido de taludes.
Foto: Gobierno de Navarra y Cedex*

y se cambió la ubicación de elementos interpretativos del paisaje fluvial. También se introdujeron algunas de las sugerencias relativas a la distribución de elementos informativos en miradores y puntos de interpretación visual desde el casco urbano de Mendigorriá.

Posteriormente se procedió a la redacción definitiva del proyecto de mejora ambiental, a partir de diversos bloques de actuaciones. Un primer conjunto de ellas contemplaba el tratamiento de la vegetación existente, para alcanzar la restauración y mejora de la vegetación natural en la zona de actuación. Por ello, como punto de partida, se planteó respetar toda la vegetación natural, con la única excepción de aquellos casos en los que se encontraba inevitablemente afectada por movimientos de tierras para la recuperación de los terrenos. En el caso de los rodales de especies exóticas, compuestos principalmente por ailantos, variedades comerciales de chopo y caña común, se planteó su eliminación o su aclareo para permitir una diversificación de las especies vegetales y un incremento de la biodiversidad vegetal natural.

Asimismo, se planteó el desarrollo de plantaciones de restauración de la cubierta vegetal y de mejora de la cubierta existente, tanto en los ambientes de mayor influencia acuática como en zonas riparias y terrestres conectadas con las anteriores. En zonas puntuales se introdujeron técnicas de bioingeniería, como estaquillados y biorrollos vegetados, para facilitar la implantación inicial de la vegetación y evitar el desarrollo de procesos erosivos durante las primeras inundaciones del meandro.

El segundo capítulo se centraba en los movimientos de tierras, con el objetivo de recuperar la heterogeneidad topográfica y ambiental del meandro, profundamente alterada por la roturación anual de su superficie, y generar nuevas zonas inundables e inundadas, que permitieran el incremento de los hábitats existentes para especies autóctonas de flora y fauna. Se planteaba, en este sentido, la creación de dos nuevas lagunas y la recuperación de un cauce interior al meandro, del que quedaban algunos vestigios, de manera que la conexión del cauce con su

llanura de inundación fuera lo mayor posible, y también la diversidad de ambientes fluviales en la zona de estudio.

Otro grupo de actuaciones estaba dedicado a la protección y fomento de la fauna. La zona de proyecto tiene una gran riqueza faunística, principalmente de especies asociadas de manera directa o indirecta con el cauce del río Arga. Son destacables las poblaciones de visón europeo y nutria existentes en el río, especies amenazadas cuya protección y fomento resultan del máximo interés, en especial en el caso del visón europeo, especie que encuentra en estos ambientes fluviales un hábitat óptimo para su desarrollo. Asimismo, existen importantes poblaciones de avifauna, incluyendo rapaces diurnas y nocturnas, pícidos y paseriformes singulares. Dada la escasez de arbolado de gran porte que pueda presentar condiciones idóneas, para el refugio y alimentación de algunas de estas especies, y dado que se planteó la eliminación de los pies de especies exóticas, se propuso el mantenimiento o colocación en pie de algunos fustes muertos, que permitieran el mantenimiento de dichas condiciones, así como la creación de zonas de refugio, nidos, etc. En las márgenes del meandro existen cortados de origen natural, donde anidan diversas especies de avifauna. Para evitar su destrucción, se planteó también su delimitación y protección.

Finalmente, otro grupo de actuaciones estaba dedicado a infraestructuras y equipamientos. La presencia humana en la zona es una realidad innegable, que es preciso compatibilizar con los objetivos de restauración. Para ello se ha previsto, en algunas zonas de menor sensibilidad ecológica, la colocación de equipamientos, como miradores o carteles interpretativos. El uso público se mantendrá en las zonas donde existe actualmente, y en aquellas en las que sea compatible con la protección del entorno.



*Meandro inundado en enero de 2010.
Foto: Gobierno de Navarra y Cedex*

Valoración de las medidas de restauración adoptadas:

Desde el final de las obras, dos avenidas ordinarias –en noviembre de 2009 y enero de 2010– han inundado el antiguo brazo y parte del meandro, mostrando que se ha conseguido un alto grado de conectividad longitudinal y transversal del meandro con el cauce del río Arga. La efectividad del conjunto de medidas desarrolladas va a ser evaluado mediante un programa de mantenimiento y seguimiento ambiental. Este programa de seguimiento tendrá una duración de 8 años, y estará centrado en la evolución hidromorfológica y ecológica del territorio fluvial ligado al meandro. Las conclusiones alcanzadas servirán para la preparación de nuevas actuaciones, entre ellas para el desarrollo de un plan de restauración ecológica de las llanuras aluviales de los ríos Arga y Aragón, que se encuentra actualmente en preparación, el cual tiene por objeto la defensa frente a crecidas, a través de la restauración ambiental, de los territorios fluviales de los tramos bajos de dichos ríos Arga y Aragón, y la mejora de los hábitats fluviales en todo este territorio.

Ejemplo 7: Restauración de la conectividad entre el río y la marisma de Hesketh (Inglaterra)

Situación antes de la restauración

El río Ribble se sitúa en el noroeste de Inglaterra. Sus tramos más altos recorren un paisaje caracterizado por grandes fincas dedicadas a la ganadería ovina y cotos de caza de lagópodos. En los valles predomina la ganadería de explotación lechera. Tras pasar por la ciudad de Preston, la influencia de la marea se hace aparente y casi todo el estuario es IBA*, clasificado también como ZEPA*, Zona Ramsar*, y otras designaciones de la administración nacional y local.

No obstante, el estuario ha sido transformado progresivamente, a lo largo de unos doscientos años, con el motivo de adecuar la tierra para uso agrícola. Hasta los años setenta se solían ofrecer subvenciones generosas a los propietarios de la tierra, incentivando su transformación a tierra agrícola con la construcción de un muro para aislar las marismas de la influencia del agua del mar. Este hecho tuvo nefastas consecuencias para la diversidad ornitológica. Una de las últimas transformaciones afectó a Hesketh Out Marsh, unas 168 hectáreas de marisma junto a la National Nature Reserve del estuario del Ribble. En los ochenta, la Royal Society Protection of Birds (RSPB) puso en marcha una campaña para acabar con dichas actuaciones en este territorio.



*Imagen por satélite del estuario de Ribble mostrando la zona reclamada para tierras de cultivo.
Foto: RSPB*

* Ver definición en glosario



Obras de restauración en la marisma de Hesketh.
Foto: RSPB

Objetivos de la restauración

El objetivo principal fue restaurar la conexión entre el río y la marisma antigua, que estaba siendo usada como zona de explotación extensiva (primero ganadera y luego agrícola), restableciendo riachuelos y lagunas.

Otro objetivo fue crear una zona de corredor natural dedicada o bien a la conservación de la naturaleza o para usos de bajo impacto ambiental. Hoy es un Parque Natural (esta denominación no existe formalmente en Inglaterra) de unas 10.000 hectáreas.

Plan de restauración

Compra de tierras por la RSPB, subvencionada por varias entidades públicas. Se destruye el muro anti-inundación construido para defender las tierras de cultivo. Se llevaron a cabo obras para la apertura de riachuelos y lagunas, siguiendo fotografías aéreas antiguas de la zona, intentando restaurar exactamente la topografía original donde fuese posible.

La financiación de las obras fue posible gracias al acuerdo firmado con la Environment Agency (EA). Esta necesitaba material (suelo arcilloso) para reforzar el muro anti-inundación original, que ahora forma el nuevo límite con la zona litoral. Así se utilizó el material excavado en las propias obras de recuperación de la marisma, diseñadas por la RSPB, lo que ahorró a la EA una importante suma de dinero al no tener que importar los materiales.

Valoración de las medidas de restauración adoptadas

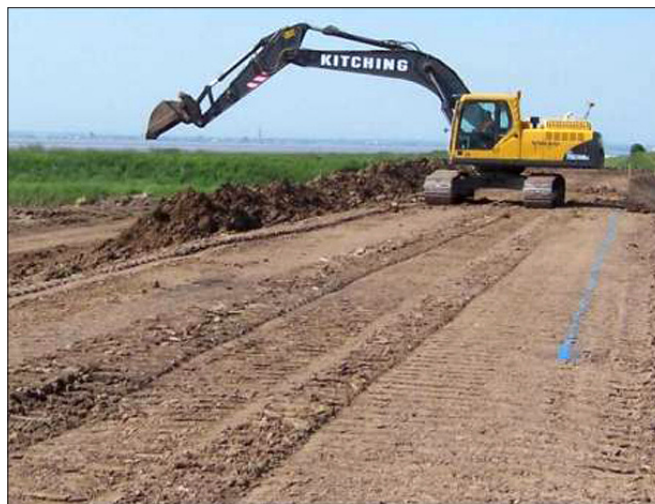
Se finalizaron las obras rompiendo el muro exterior de defensa de las tierras agrícolas. Un grupo de importantes personalidades se reunieron en el lugar para atestiguar la llegada del agua salada por primera vez en tres décadas a las tierras.

El proyecto tuvo un efecto inmediato en el ecosistema, ya que el primer año de la restauración quedaron registradas 24 parejas de avoceta (*Recurvirostra avosetta*) que criaron en la marisma. Dos años después, especies como archibebe común (*Tringa totanus*), avefría (*Vanellus vanellus*) y alondra común (*Alauda arvensis*), todas ellas en declive en el país, comenzaron a mejorar su situación a partir de la recuperación. En invierno, se pueden encontrar numerosos ejemplares de ánsares chicos (*Anser erythropus*), cisnes vulgares (*Cygnus olor*), aguiluchos pálidos (*Circus cyaneus*), esmerejones (*Falco columbarius*) y otras especies típicas del hábitat originario.

El hábitat no alcanzado todavía el estado ambiental óptimo de la marisma primigenia. Pero con cada marea, su condición se torna cada vez más natural, hecho confirmado por seguimientos científicos independientes.

La EA tiene propósitos de aumentar la zona de restauración a propiedades colindantes, hecho que también refuerza de una manera positiva el grado de éxito del proyecto.

La financiación del proyecto fue posible gracias a los intereses comunes de varios agentes: la EA como ya se ha comentado, los ayuntamientos de la zona por su deseo de incrementar la oferta ocio-turística, la agencia de desarrollo regional (NWDA) y la RSPB, apoyados por Natural England, la agencia gubernamental de la conservación de la naturaleza.



Obras de restauración en la marisma de Hesketh.

Foto: RSPB



Avoceta (*Recurvirostra avosetta*).

Foto: Antonio José González

El Ayuntamiento de Morecambe, cuyo municipio está a unos 30 kilómetros de Hesketh Out Marsh, también se implicó en la financiación. Dicho ayuntamiento aprobó un plan de obra para reforzar las defensas contra la marea, a lo largo de la bahía de Morecambe, ocupando 13 hectáreas de ZEPA. Esta ZEPA era también un estuario, y debía reponerse el hábitat que se iba a perder satisfaciendo la Directiva Hábitats.

La RSPB acordó con el Ayuntamiento de Morecambe crear el hábitat dentro del proyecto de recuperación de la marisma de Hesketh. El Ayuntamiento compró y pagó los gastos de restauración de 52 hectáreas de terreno en Hesketh Out Marsh (cuatro veces el territorio dañado) y firmó un contrato para garantizar la gestión de las tierras de por vida.

Ejemplo 8: Desmantelamiento de la presa de Maison Rouge en la cuenca del río Loire (Francia)

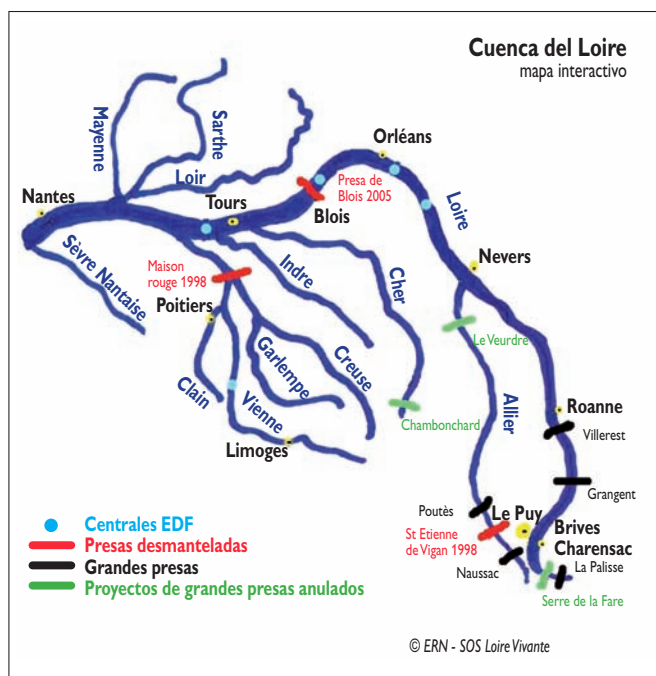
Situación antes de la restauración

A finales de los años 90, bajo presión de las asociaciones de defensa de los ríos, Francia destruyó varias presas de 3 a 18 metros de altura, sobre todo en la cuenca del Loire, con el objetivo de restablecer la continuidad ecológica y restaurar los grandes pasos migratorios.

Una de esas presas fue Maison Rouge, cuya deshabilitación fue un gran éxito liberando al río Vienne, el segundo afluente más importante de la cuenca del Loire, con una cuenca vertiente de más 20.000 kilómetros cuadrados. La presa fue construida en 1922 a 800 metros aguas abajo de la confluencia de los ríos Vienne y Creuse. Se levantó con un desnivel de 4 metros para satisfacer las necesidades de una empresa papelera y pasó a formar del grupo EDF (Electricité de France).

La construcción de la presa causó un fuerte impacto en el ecosistema fluvial afectando gravemente a las comunidades de macro invertebrados bentónicos, plantas acuáticas y peces, especialmente la población de salmón (*Salmo salar*) que ya se encontraba amenazada por reducción de los accesos a las zonas de freza y que con el levantamiento de la presa desapareció. Los sábalos (*Alosa spp*) fueron relegados a un desovadero río abajo de la presa, con problemas de hibridación entre el sábalo grande (*Alosa alosa*) y el sábalo tinto (*Alosa agone*).

Se construyeron diversas escalas-pasadores para peces con muy poca eficacia y se pusieron en marcha planes de reintroducción del salmón en Gartempe, un afluente del río Vienne, que no obtuvieron resultados probados.



Mapa de la zona.

Foto: Roberto Epple, European Rivers Network (ERN)



*Maison Rouge (foto de archivo).
Foto: Roberto Epple, European Rivers Network (ERN)*

Como parte del plan «Loire Grandeur Nature» aprobado el 3 de enero de 1994, el gobierno francés decidió que la concesión de la presa no sería renovada cuando ésta concluyera el 31 de diciembre de 1994, convirtiéndose el Estado en propietario del lugar y comprometiéndose a demoler la presa debido a los grandes impactos originados, no compensados por beneficios económicos suficientes.

Objetivos de la restauración

Los objetivos enmarcados en el plan «Loire Grandeur Nature» fueron mitigar los impactos ambientales causados en los ecosistemas fluviales por la actividad humana durante cientos de años sin causar perjuicios a la actividad económica del país y gestionar el control de las inundaciones en el valle del Loire, dejando que el río preserve su dinámica geomorfológica y sus ciclos hidrológicos naturales.

Como meta propia del desmantelamiento de la presa Maison Rouge se puede establecer la restauración del ecosistema fluvial, interviniendo en la menor medida posible y dejando que alcance el equilibrio natural por sí mismo; recuperando así el bosque de ribera y las poblaciones de peces nativas.

Plan de restauración

Tras cuatro años de acciones para paralizar el desmantelamiento de la presa por parte de la oposición política local, y gracias a la campaña dirigida por la asociación por la defensa de los ríos SOS Loire Vivante y el colectivo Loire Vivante en 1998 se comenzaron las obras.

Dichas obras se realizaron en dos fases. En la primera se deshabilitó sólo la parte derecha, para así asegurar la conservación de una cantidad de agua de riego suficiente hasta el final del verano. Para la demolición del cuerpo de la presa fue utilizada una excavadora.

Se construyó un azud de 50 centímetros de altura en el lecho del río para ralentizar el transporte de sedimentos, que habían sido acumulados aguas arriba del embalse, y para evitar erosiones regresivas previsibles por haber sido extraídas grandes cantidades de arena del lecho del Vienne y del Loire antiguamente.

A partir de septiembre se comenzó con el programa de restauración de riberas. Fue una restauración sencilla en la que se aportaron 45.000 m³ de tierra y 75.000 toneladas de lecho rocoso. En la restauración de la cubierta vegetal de las orillas se utilizaron técnicas de bioingeniería para atenuar la acción erosiva sobre las orillas descubiertas. También se plantó un número reducido de árboles de especies nativas, ya maduros, para mejorar estéticamente el paisaje, a la espera de que con el tiempo y la recuperación de la dinámica fluvial natural se creara masa forestal por sí sola.

Valoración de las medidas de restauración adoptadas

La demolición tuvo un coste global 1,6 millones de euros. Además se previó la cantidad de 1,5 millones de euros para compensar las pérdidas a las comarcas afectadas. Los sedimentos no estaban contaminados, así que la extracción de agua para usos agrícolas fue restablecida por el Estado (el coste del restablecimiento estaba integrado en el coste global de la demolición).

Sin embargo, en un camping situado a 800 metros río arriba de la presa se sucedieron corrimientos del terreno y en uno de los edificios se detectaron fisuras, sin duda alguna causadas en parte por la modificación de flujos de las aguas subterráneas y el descenso de cuatro metros del nivel del agua.



*Trabajos de desmantelamiento en octubre de 1998.
Foto: Roberto Epple, European Rivers Network (ERN)*



Aspecto de la zona en la actualidad.

Foto: Roberto Epple, European Rivers Network (ERN)

Acabar con la presa ha permitido la recolonización del Vienne, del Creuse y de sus afluyentes por el salmón y otros peces migratorios. Una importante recuperación del estado del cauce, recobrando dinámica fluvial, fue constada desde el primer año. La observación en julio de 1999 de un salmón vivo de 88 centímetros de longitud y de peso de 4,8 kilogramos, en el Gartempe fue un hecho alentador. No se había observado ningún salmón a esta altura del río desde los años veinte en que se construyó la presa. Este hecho simbólico confirma los efectos beneficiosos de la demolición de la presa para los peces migratorios.

La universidad de Chinon y el Consejo Superior de Pesca (hoy ONRMA) se encargaron del seguimiento.

Glosario

Aiguabarreig: Confluencia fluvial entre los ríos Ebro, Segre y Cinca.

Alóctona: Especie o población animal o vegetal que se encuentra en un lugar diferente al de su origen.

Bacteria simbiote: Bacteria que vive asociada con otra especie animal o vegetal, y en cuya relación ambos organismos obtienen algún beneficio de la vida en común.

Directiva Marco del Agua: Marco comunitario establecido por la Unión Europea en 2000 para la protección y gestión de las aguas. Dicha Directiva prevé, sobre todo, la definición y análisis de las aguas europeas, por cuencas y demarcaciones hidrográficas, así como la adopción de planes de gestión y programas de medidas apropiadas para cada masa de agua.

Ecotono: Zona de transición entre dos ecosistemas diferentes adyacentes.

Endemismo: Especie animal o vegetal cuya distribución está limitada a un ámbito geográfico reducido, no encontrándose de forma natural en ninguna otra región del mundo.

Helófitos: Plantas perennes que mantienen el contacto con zonas encharcadas. Normalmente ocupan zonas de transición entre el medio acuático y el terrestre.

Hidrocoria: Sistema de dispersión de semillas a través del agua.

IBA: Área de Importancia para las Aves. Identificadas por BirdLife Internacional son la referencia científica de la Comisión Europea y los Gobiernos nacionales para la designación de ZEPAs de la Red Natura 2000.

Ictiofauna: Conjunto de especies de peces que viven en una determinada localidad, región o país.

Introgresión (genes): Es el movimiento de genes de una población a otra a través de la

hibridación interespecífica seguida por el retrocruzamiento. Es el movimiento de genes de una especie a otra, o entre subespecies que están aisladas geográficamente.

I.U.C.N.: La Unión Mundial para la Naturaleza es la mayor red de organizaciones que trabajan en conjunto, desde hace 60 años, para la conservación de los recursos naturales y el desarrollo sostenible.

Lagópodos: Aves del género *Lagopus*.

Meteorización orgánica o biológica: Proceso consistente en la ruptura de las rocas por la actividad de animales y plantas.

Micorrizógenos: Hongos que mantienen una relación simbiótica con las raíces de muchas plantas, obteniendo con esta asociación ambos organismos múltiples beneficios.

Zahorras: Material formado por áridos no triturados, suelos granulares, o una mezcla de ambos, cuya granulometría es de tipo continuo.

ZEPA: Zona de Especial Protección de Aves. Figura creada por la Unión Europea mediante la Directiva 79/409/CEE del Consejo de Europa, relativa a la conservación de las aves silvestres.

Zonas Ramsar: Tienen su origen en la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, firmada en Ramsar (Irán), en 1971. Se trata de un tratado intergubernamental para la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos.

España ratificó el Convenio de Ramsar mediante el Instrumento de 18 de marzo de 1982, de adhesión de España al Convenio relativo a Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, hecho en Ramsar el 2 de febrero de 1971 (BOE nº 199, de 20/08/1982).

Bibliografía

- Adam, P., J.R. Malavoi y N. Debiais (2007): *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*, Agence de l'Eau Seine-Normandie, 293 pp., Nanterre.
- Balaguer, L. (2004): «Las plantas invasoras. ¿El reflejo de una sociedad crispada o una amenaza científicamente contrastada?», *Historia Natural*, 5: 32-41.
- Brandt, S.A. (2000): «Classification of geomorphological effects downstream of dams», *Catena*, 40: 375-401.
- Capdevila-Argüelles, L., A. Iglesias, J.F. Orueta y B. Zilletti (2006): *Especies Exóticas Invasoras: diagnóstico y bases para la prevención y manejo*, Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 287 pp.
- CEDEX (2008): *Manual de técnicas de restauración fluvial*, Monografía M-100, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, 300 pp.
- Ciruna, K.A., L.A. Meyerson y A. Gutierrez (2004): «The ecological and socio-economic impacts of invasive alien species in inland water ecosystems», *Report to the Convention on Biological Diversity on behalf of the Global Invasive Species Programme*, Washington, D.C., pp. 34.
- Consuegra, V. (2009): *La cultura de las plantas en La Mancha*, Biblioteca de Autores Manchegos, Diputación de Ciudad Real.
- D'Antonio, C. M. y L.A. Meyerson (2002): «Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: A synthesis», *Restoration Ecology*, 10: 703-713.
- Doadrio, I., F. Lara y R. Garilletei (2007): *La invasión de especies exóticas en los ríos*, Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, Mesa de trabajo, 124 pp. (Ref. 15/05/2009).
- Doadrio, I. (2001): *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España*, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, CSIC. 374 pp.
- Downs, P.W. y K.J. Gregory (2004): *River channel management. Towards sustainable catchment hydrosystem*, Arnold, London.
- Elosegi, A. y S. Sabater (2009): *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*, Fundación BBVA, 448 pp., Madrid.
- García-Berthou, E., D. Boix y M. Clavero (2007): «Non-indigenous animal species naturalized in Iberian inland waters». En F. Gherardi (ed): *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threat*, pp. 123-140, *Invading nature Springer series in invasion ecology*, Vol. 2., Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- García de Jalón, D. (2008): «La regulación de los caudales y su efecto en la biodiversidad». En M. González del Tánago (coord.): *Proceedings of a Thematic Week of «The Water Tribune» of EXPOZARAGOZA 2008, Ríos y sostenibilidad*, Semana Temática «Agua para la Vida».
- GEIB (2006): «TOP 20: Las 20 especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España», GEIB, Serie Técnica N° 2, 116 pp., León, España.
- Gherardi, F., S. Gollasch, D. Minchin, S. Olenin y V.E. Panov (2009): «Alien Invertebrates and Fish in European Inland Waters». En *DAISIE, Handbook of Alien Species in Europe*, pp. 81-92, *Invading nature Springer series in invasion ecology*, Vol. 3, Springer,

- Dordrecht, The Netherlands.
- Gherardi, F. (2007): «Biological invasions in inland waters: an overview». En F. Gherardi (ed): *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution and threats*, pp. 3-25, *Invading nature Springer series in invasion ecology*, Vol. 2, Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- González del Tánago, M. y D. García de Jalón (2007): *Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*, Ministerio de Medio Ambiente, 318 pp., Madrid.
- InvasiBER: *Especies exóticas invasoras de la Península Ibérica* (Ref. 15/05/2009). En línea: <http://invasiber.org>.
- IUCN/SSC Re-introduction specialist group (1998): *IUCN guidelines for re-introductions*, IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge UK, 10 pp.
- Junk, W.J., P.B. Bayley y R.E. Sparks (1989): «The flood-pulse concept in river-floodplain systems», *Special Publication of the Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106: 110-127.
- Kondolf, G.M. (1997): «Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels», *Environmental Management*, 21(4): 533-551.
- Magdaleno, F. (2009): *Manual técnico de cálculo de caudales ambientales*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 240 pp.
- Martí, R. y J.C. del Moral (2003): *Atlas de las aves reproductoras de España*, Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, 733 pp.
- Martín Vide, J.P. (2006): *Ingeniería de ríos*, Edicions UPC, 381 pp., Barcelona (2ª ed.).
- Martínez Santa-María, C. y J.A. Fernández Yuste (2006): *Índices de alteración hidrológica en ecosistemas fluviales*, CEDEX, 178 pp., Madrid.
- McNeely, J.A. (2005): «Managing the risk of invasive alien species in restoration». En Mansourian S., D. Vallauri y N. Dudley (eds.) (in cooperation with WWF International): *Forest Restoration in landscapes: beyond planting trees*, Springer New York, pp. 345-349.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005b): *Ecosystem and human well-being: Wetlands and Water. Síntesis*, World Resources Institute, Washington, D.C.
- Ministerio de Medio Ambiente (2009): *Restauración de ríos. Guía jurídica para el diseño y realización de proyectos*, 224 pp.
- Naiman, R.J., H. Décamps y M.E. McClain (2005): *Riparia. Ecology, conservation and management of streamside communities*, Elsevier, 430 pp., London.
- Ollero, A. (2007): *Territorio fluvial. Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*, Bakeaz y Fundación Nueva Cultura del Agua, 255 pp., Bilbao.
- Ollero, A. (2008): «Alteraciones geomorfológicas de los ríos en Europa y principios para la restauración de su dinámica». En González del Tánago, M. (coord.): *Proceedings of a Thematic Week of «The Water Tribune» of EXPOZARAGOZA 2008. Ríos y sostenibilidad*, Semana Temática «Agua para la Vida».
- Palomo, L.J. y J. Gisbert (2002): *Atlas de los Mamíferos*

- terrestres de España, Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU, 564 pp.
- Pleguezuelos, J.M., R. Márquez y M. Linaza (2002): *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España*, Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española, 584 pp.
- Poff, N.L., J.D. Allan, M.B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegard, B.D. Richter, R.E. Sparks y J.C. Stromberg (1997): «The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration», *BioScience*, 47: 769-784.
- Sanz-Elorza, M., E.D. Dana y E. Sobrino (2004): *Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España (Península, Baleares y Canarias)*, Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, 378 pp.
- Surian, N. y M. Rinaldi (2003): «Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy», *Geomorphology*, 50: 307-326.
- Tockner, K., F. Malard y J.V. Ward (2000): «An extension of the Flood Pulse Concept», *Hydrological Processes*, 14: 2.861-2.883.
- VV.AA. (2008): *Biodiversidad y Restauración de Ecosistemas Fluviales*, Unidad de Biodiversidad de Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra, 65 pp.
- Ward, J.V., K. Tockner, D.B. Arscott y C. Claret (2002): «Riverine landscape diversity», *Freshwater Biology*, 47: 517-539.

Webs

CEDEX (Área de Ingeniería Ambiental – Restauración Ambiental) (<http://ambiental.cedex.es>)

European Centre for River Restoration (<http://www.ecrr.org>)

European Rivers Worknet (<http://www.rivernet.org>)

SEO/BirdLife (<http://www.seo.org>)

RSPB (<http://www.rspb.org.uk>)

Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. Mesa de trabajo sobre alteraciones de regímenes de caudales de los ríos

(http://www.mma.es/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/dominio_hidraulico/conserv_restaur/pdf/Alteracion_regimenes_caudales.pdf)

Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. Mesa de trabajo sobre alteraciones geomorfológicas de los ríos

(http://www.mma.es/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/dominio_hidraulico/conserv_restaur/pdf/Alteraciones_Geomorfologicas_de_rios.pdf)

Estrategia Nacional de Restauración de Ríos–Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

(http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/dominio_hidraulico/conserv_restaur/index.htm)

La invasión de las especies exóticas en los ríos. Estrategia Nacional de Restauración de Ríos

(http://www.mma.es/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/dominio_hidraulico/conserv_restaur/pdf/Invasion_esp_exoticas_en_rios.pdf)

Los ecosistemas fluviales tienen una gran diversidad de valores naturales que permiten la supervivencia de muchas especies de fauna y flora. En las últimas décadas hemos asistido a un proceso de degradación de estos ecosistemas: los casos de sobreexplotación, contaminación y destrucción de hábitats acuáticos son demasiado frecuentes. Este deterioro se manifiesta en la pérdida de naturalidad en los ríos, el incremento de catástrofes naturales y un aumento de especies acuáticas amenazadas. La finalidad de este Manual, editado por la Fundación Banco Santander y coordinado por SEO/BirdLife, es abordar el proceso de restauración de riberas en su doble dimensión teórica y práctica. Además de exponer aspectos básicos en la recuperación y conservación de estos ecosistemas, se muestran diversos ejemplos de actuaciones llevadas a cabo en otros países europeos, tanto en España como

SOSTENIBILIDAD