

MANUAL METODOLÓGICO DE ACTUACIONES DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y USO PÚBLICO EN ÁMBITOS FLUVIALES



Río fiel

Cada año me esperas
aguas inacabadas
y balbucientes.

Me fijo en tu remanso
y, ahora, soy el que te cito
inmóvil, sincero y dócil,
como las piedras
que viven en silencio
tu enmelado rumor.

Nos esperamos
tan leales y solícitos,
tú, para darme
la canción de cada estío,
caminante belleza,
yo, para sellarla con la pluma,
eje de molino,
que eres tú quién la mueve.

Nos esperamos. Sí.
Yo, extasiado al mirar
las colas de caballo
y el juncal de la infancia
clavado en la otra orilla.
Tú, con la líquida eternidad
ciñéndola a nuestros cuerpos,
haciéndonos de juventud
y cristalino amor
más allá de la aurora.

—

Antonio Viñas Márquez

MANUAL DE RESTAURACIÓN FLUVIAL

EDICIÓN Y COORDINACIÓN

Diputación de Málaga

Servicio de Ingeniería, Sanidad y
Calidad Ambiental

C/Pacífico, 54. Edificio A - Módulo D 2ª
Planta. 29004 Málaga

REDACCIÓN DE TEXTOS

Tony Herrera Grao

Esta Guía es uno de los productos finales del Proyecto europeo IDARA, promovido por la Diputación de Málaga dentro del Programa de Cooperación Transfronteriza España-Fronteras Exteriores (POCTEFEX), financiado en un 75% por el FEDER

Edición octubre 2013

Depósito legal: MA-2059-2013

Impresión: P&R Grafis

Esta publicación ha sido elaborada con papel respetuoso con el medio ambiente, 100% reciclado y con certificado FSC.



ÍNDICE

CAP. 00. OBJETIVOS DEL MANUAL

Pág. 008

CAP. 01. CUENCAS DEL PROYECTO IDARA

Pág. 010

- 1.1 Introducción
- 1.2 La cuenca del río Guadalhorce (Málaga)
- 1.3 La cuenca del río Vélez (Málaga)
- 1.4 La cuenca del río Loukkos (Larache)

CAP. 02. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS RÍOS

Pág. 018

- 2.1 Servicios ecosistémicos de los ríos
- 2.2 Algunos casos de estudios y trabajos sobre los servicios ecosistémicos de los ríos

CAP. 03. CONSERVACIÓN DE RÍOS

Pág. 028

- 3.1 Conceptos previos
 - 3.1.1. Conectividad y resiliencia
 - 3.1.2. Zonificación transversal
 - 3.1.3. Espacio fluvial
 - 3.1.4. Caudal
- 3.2 Principales impactos ambientales y alteraciones sobre los ríos
 - 3.2.1. Contaminación
 - 3.2.2. Otras fuentes de impacto y alteración de los cauces fluviales
- 3.3 Conservación y mantenimiento de cauces
 - 3.3.1. El cambio de paradigma
 - 3.3.2. De la “limpieza de cauces” a la “conservación y mantenimiento de cauces”
 - 3.3.3. Conservación y mantenimiento de cauces
- 3.4 Figuras de protección de ríos

CAP. 04. RESTAURACIÓN DE RÍOS

Pág. 072

- 4.1 ¿Qué es y qué no es restauración fluvial?
- 4.2 Objetivos de la restauración fluvial y la mejora ambiental de cauces
 - 4.2.1. Participación
 - 4.2.2. La restauración fluvial como proceso
 - 4.2.3. Objetivos de la restauración fluvial
- 4.3 Principales acciones que pueden incorporar los proyectos de restauración o rehabilitación fluvial
- 4.4 Las técnicas de ingeniería naturalística y bioingeniería en proyectos de rehabilitación y mejora ambiental de ríos
 - 4.4.1. La bioingeniería aplicada a la restauración de ríos y riberas
 - 4.4.2. Elementos a considerar a la hora de planificar actuaciones con técnicas de bioingeniería
- 4.5 Mantenimiento y seguimiento de las actuaciones
 - 4.5.1. Mantenimiento
 - 4.5.2. Seguimiento de las actuaciones

CAP. 05. USO PÚBLICO Y PUESTA EN VALOR DE RÍOS

Pág. 092

- 5.1 Uso público y puesta en valor de ríos. Cuestionando los “parques fluviales”
- 5.2 La participación como elemento indispensable
- 5.3 Principales aspectos a tener en cuenta en el diseño y ejecución de los proyectos
 - 5.3.1. Sostenibilidad
 - 5.3.2. Seguridad
 - 5.3.3. Información, educación y señalización
 - 5.3.4. Patrimonio cultural, histórico y etnográfico
 - 5.3.5. Patrimonio natural y ecológico
 - 5.3.6. Promoción y marketing
 - 5.3.7. Valoración socioeconómica
 - 5.3.8. Algunas consideraciones para garantizar la buena ejecución y el seguimiento de las actuaciones

CAP. 06. PROPUESTAS PARA LAS CUENCAS DEL PROYECTO IDARA

Pág. 106

6.1 Conservación

6.1.1. Guadalhorce

6.1.2. Vélez

6.1.3. Loukkos

6.2 Restauración y rehabilitación fluvial

6.2.1. Guadalhorce

6.2.2. Vélez

6.2.3. Loukkos

6.3 Puesta en valor y uso público

6.3.1. Guadalhorce

6.3.2. Vélez

6.3.3. Loukkos

6.4 Actuaciones del proyecto IDARA

6.4.1. Guadalhorce

6.4.2. Vélez

6.4.3. Loukkos

CAP. 07. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y BIBLIOGRAFÍA

Pág. 120

7.1 Glosario de términos

7.2 Bibliografía

PRESENTACIÓN

La Diputación Provincial de Málaga, a través de la segunda convocatoria de proyectos del Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Fronteras Exteriores (POCTEFEX), cofinanciado en un 75% con fondos FEDER, ha puesto en marcha el proyecto europeo IDARA, que entre sus objetivos contempla el desarrollo Sostenible Transfronterizo de las cuencas fluviales de la Provincia de Málaga y la Región Tánger-Tetúan.

Para cumplir este objetivo se ha desarrollado un Manual metodológico para actuaciones de restauración y uso público de cuencas fluviales y en este contexto, se han llevado a cabo una serie de proyectos demostrativos de restauración ambiental en tramos de cuencas fluviales.

El manual define una metodología común para acciones de restauración fluvial y uso público en los ríos del ámbito territorial del proyecto IDARA en la Región de Tánger-Tetuán y Málaga.

Esta publicación es consecutiva a la anterior elaboración de estudios, de caracterización de los valores natura-

les y culturales, de los ríos Guadalhorce y Vélez en Málaga y los tramos medio y bajo de río Loukkos en la Región de Tánger-Tetuán.

A través del presente documento se abordan los siguientes apartados:

Conservación de ríos y riberas, según las siguientes categorías de mejora del hábitat:

- Protección del hábitat en cuanto a la prevención de su deterioro.
- Restauración del hábitat.
- Mejora y mantenimiento para la favorecer la diversidad de hábitats y de especies.

Uso Público:

- Se proponen criterios para la selección y adecuación de zonas de uso público a las que preceda una demanda ciudadana.
- Se definen las características que deben cumplir las actuaciones de adecuación de los tramos fluviales para su uso público, de modo que no afecten a los valores ambientales.

Del manual aflora un concepto central sobre el objeto de esta publicación: *“Restaurar consiste en recuperar un sistema natural eliminando aquellos impactos o alteraciones que lo degradan, permitiendo así que se reinstauren los procesos y equilibrios naturales que permiten que dicho sistema funcione de forma auto-sostenida en el tiempo. En el caso de un río se trataría de recuperar todos los procesos, funciones y servicios ecosistémicos”*.

En conclusión confiamos que esta publicación suponga una positiva contribución, del Proyecto IDARA de la Diputación de Málaga y los socios de Marruecos, para la gestión y recuperación de las arterias vitales que vertebran el territorio como son los ríos junto a su entorno natural y cultural.

-
Marina Bravo Casero

*Diputada Provincial de
Medio Ambiente y Sostenibilidad*

The background of the entire page is a high-contrast, blue-toned photograph of a human skull embedded within a rough, textured stone wall. The skull is positioned centrally, with its eye sockets, nasal cavity, and upper jaw area visible. The stone surrounding the skull is uneven and weathered, with some areas appearing darker and more shadowed than others. The overall mood is somber and historical.

00.

OBJETIVOS DEL MANUAL

0.1 OBJETIVOS DEL MANUAL

El presente libro pretende ser un manual sencillo, para sensibilizar al lector acerca de la necesidad de conservación de los ríos, así como para aproximarlo a las posibilidades que ofrecen la restauración de ríos y su puesta en valor y uso público.

Se ha intentado utilizar un lenguaje asequible, sin renunciar a cierta terminología técnica imprescindible, que en la mayor parte de los casos es explicada en el propio texto o en un glosario de términos independiente. De esta manera, esta publicación pretende llegar no sólo a técnicos y profesionales de la gestión, conservación y uso público de ríos, sino también a un público más generalista interesado por estas cuestiones.

Dentro del marco del proyecto IDARA, el manual se enfoca de forma específica en las cuencas fluviales de los ríos Guadalhorce, Vélez (Málaga, España) y Loukkos (Larache, Marruecos), con el ánimo de promover acciones de conservación, rehabilitación y puesta en valor en estas tres cuencas fluviales.

La base filosófica en la que hemos enfocado el tratamiento de los capítulos centrales tiene su fundamento en el cambio de paradigma que ha supuesto en Europa la Directiva Marco del Agua del año 2.000. Este nuevo paradigma se ha integrado con las bases de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino de España, con los objetivos del Centro Ibérico de Restauración Fluvial (CIREF), a su vez miembro del ECRR (European Centre for River Restoration), y con los principios promulgados desde la Fundación Nueva Cultura del Agua.

01.

CUENCAS DEL PROYECTO IDARA



1.1 INTRODUCCIÓN

El presente manual abordará en sus capítulos centrales, la **conservación, restauración y puesta en valor** de los ríos desde un punto de vista técnico (de la gestión) y divulgativo (del conocimiento y la sensibilización), pero con carácter general. Sin embargo, dado el ámbito de actuación del proyecto IDARA en las cuencas de los ríos Guadalhorce, Vélez (Málaga, España) y Loukkos (Larache, Marruecos), el capítulo final abordará de forma específica los tres elementos citados en estas tres cuencas fluviales de ámbito mediterráneo. La descripción que haremos a continuación de cada una de las cuencas citadas estará centrada en aspectos muy generales y, sobre todo, en aquellos que nos muestren de forma muy resumida el escenario de cara a plantear la restauración y la puesta en valor de sus recursos. No obstante, a través del proyecto IDARA, se han elaborado unos estudios detallados de las tres cuencas, que han generado cuantiosa información sobre las mismas.

1.2 LA CUENCA DEL RÍO GUADALHORCE (MÁLAGA)

La cuenca del río Guadalhorce está incluida dentro de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, que ocupan una superficie de 17.952 km². En concreto, la cuenca del río Guadalhorce abarca una superficie de 3.856 km² y se extiende principalmente por 33 municipios de la provincia de Málaga, aunque existen algunos más que tiene una porción pequeña de su territorio también dentro de esta cuenca. Se puede decir que nace en el puerto de los Alazores (término municipal de Villanueva del Trabuco) y discurre a lo largo de 166km hasta su desembocadura en el municipio de Málaga. Se trata de una cuenca bastante regulada con diversos embalses. Entre sus principales cauces y afluentes podemos destacar: río Grande, río Pereilas, río Turón, río Guadalteba, río Almargen, río Fahala, río Campanillas, río Nacimiento, río Caballos, arroyo del Valle, arroyo de Casarabonela-arroyo Las Cañas, arroyo de Las Piedras-arroyo del Ancón, arroyo Marín y el arroyo del Quinto.

Los aspectos e hitos históricos son muy numerosos. Existe por toda la cuenca una representación importante y extensa ya desde la prehistoria, pasando por la época antigua, la época medieval y la moderna. La primera reseña del río es recogida como río de *Malaca* en un texto antiguo de Avieno (poeta italiano del siglo IV d.C.). Durante la dominación romana pasó a llamarse río *Saduca* o *Saduce* (ciudad con río) y posteriormente con los árabes *Wadi l-jurs*, que significa río de los silenciosos o bien río de la Guardia). Pero existen otros nombres e incluso autores que discrepan unos de otros, por lo que es una cuestión que despierta interés. El patrimonio de molinos, acequias, puentes y vados también es extenso. Sólo en el eje del río Guadalhorce pudieron existir más de 26 molinos harineros. Igualmente existían vados y barcazas que permitían atravesar el río y comunicar distintos municipios. La historia cita la existencia de varios puentes, destacando el “puente de hierro”, o “de la Azucarera” sobre el propio río Guadalhorce, que en 1.871 sufrió graves daños como consecuencia de una importante crecida. La regulación en la cuenca comenzó a partir del siglo XX, cuando se pone en marcha la construcción de la presa del Chorro para aprovechamiento hidroeléctrico. Tras unas fuertes inundaciones en Málaga, a mediados de

1921 terminan las obras del embalse de el Chorro, que en 1953 pasaría a llamarse embalse del Conde de Guadalhorce. Más adelante, con la finalidad del abastecimiento de Málaga y otros municipios, y del desarrollo de planes de regadíos, se construyen las presas de Guadalhorce (1971) y Guadalteba (1973). La enorme variabilidad en la dinámica del río en la zona baja y de su desembocadura, provoca que ya a finales del siglo XX y principios del XXI se ejecute el encauzamiento del tramo final del río. En definitiva a lo largo de su historia la ocupación de su cuenca y los usos en el espacio fluvial han sido intensos, lo que ha afectado negativamente al grado de naturalidad actual del río, pero ha enriquecido enormemente los aspectos relacionados con la historia y el patrimonio asociado.

A pesar de la elevada tasa de ocupación y usos en la cuenca por parte del hombre, existen afluentes y tramos de las cabeceras que mantienen grados de naturalidad muy notables, como es el caso del río Turón o el Pereilas. Uno de los principales valores del propio eje del río Guadalhorce es el desfiladero de los Gaitanes, un cañón espectacular de 7 km de longitud que separa la comarca del Valle del Guadalhorce y la depresión de Antequera. Las formaciones de vegetación de ribera más interesantes por su estado de conservación se encuentran también en tramos altos y del sector central del eje del Guadalhorce y en algunos tramos de afluentes de la zona norte, generalmente en zonas poco accesibles. Es también en estas zonas más aisladas en las que algunos estudios están revelando unos valores extraordinarios de biodiversidad desde el punto de vista de la fauna de invertebrados acuáticos.

**FOTO 1.1**

Tramo medio-bajo del río Guadalhorce.
(c) Patricia Carrasco.

**FOTO 1.2**

Vista del embalse Conde de Guadalhorce.
(c) Tony Herrera.

1.3 LA CUENCA DEL RÍO VÉLEZ (MÁLAGA)

La cuenca del río Vélez se localiza mayoritariamente en la provincia de Málaga, ocupando también una pequeña parte de la zona suroeste de la provincia de Granada. Al igual que en la cuenca del Guadalhorce, está incluida dentro de la Demarcación Hidrográfica de las Cuenas Mediterráneas Andaluzas. Nace en la Sierra de Alhama con el nombre de Arroyo Cárdenas y discurre dirección sur, atravesando gran parte de la comarca de La Axarquía, hasta la desembocadura cerca de Torre del Mar. Durante su recorrido, la cuenca drena una superficie de 610 km² y sus cursos fluviales transcurren por 27 municipios. Está integrada por un conjunto de subcuencas pequeñas, siendo las más importantes las de los ríos de la Cueva y Guaro. Éstos confluyen cerca del municipio de Vélez-Málaga, a partir de donde el río recibe el nombre de río Vélez. El río de la Cueva nace en la Sierra del Rey y presenta una geomorfología caracterizada por la presencia de pronunciados meandros, de elevado valor paisajístico, como el existente entre el Cerro de Juan Román y la Loma del Terral. El impacto de la actividad humana en esta subcuenca es acusado debido a la intensa actividad agrícola (olivar) y a los aportes residuales de municipios como Riogordo, cuya EDAR no está en funcionamiento en el momento de escribir este libro. Por otra

parte, las cabeceras del río Guaro y los afluentes que drenan dirección este-oeste hacia el río Vélez, se encuentran dentro del Parque Natural de las Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama, con lo que se trata de ríos en buen estado de conservación y con elevada diversidad y bosques de ribera bien estructurados. En estas zonas el relieve es más abrupto, con lo que los ríos y arroyos discurren en valles encajonados, muy apreciados por practicantes del barranquismo, y poseen un régimen de tipo torrencial mediterráneo, con crecidas importantes en épocas de lluvias y cauces secos o intermitentes durante el verano. Aguas abajo, en la subcuenca del río Guaro, se ubica el Embalse de La Viñuela, en funcionamiento desde 1982 y con una capacidad de 170 hm³. Este embalse, construido originariamente con la finalidad de potenciar el regadío, abastece de agua a la mayoría de los municipios de la comarca de La Axarquía. Tanto es así que la elevada presión urbanística en esta comarca y el intenso desarrollo agrícola (aguacates, chirimoyos, mangos y olivos principalmente), hacen que aguas abajo del embalse, la cuenca del río Vélez presente alteraciones en su calidad del agua y su régimen natural de caudales. Así por ejemplo, las demandas de agua para el regadío ascienden en esta zona a 9.263 hm³/ha. Ya en su curso bajo, el río Vélez se

transforma en uno de los humedales más importantes de la provincia de Málaga, que conecta con la desembocadura. Éste posee un elevado valor ecológico por el que ha sido incluido en el Inventario de Humedales de Andalucía, debido sobre todo a la diversidad de aves acuáticas y a la presencia de especies amenazadas o de distribución muy restringida. En la desembocadura, en la Playa Fenicia, el río Vélez forma un pequeño delta altamente dinámico que origina una laguna litoral separada del mar por una barra arenosa.

Desde el punto de vista del uso público, la cuenca del río Vélez cuenta con numerosos senderos y vías pecuarias en funcionamiento que conectan diferentes municipios y que incluyen 3 cañadas, 43 veredas y 21 coladas. Asimismo, el patrimonio histórico-cultural es también extenso, con la presencia de molinos, yacimientos prehistóricos y medievales catalogados por el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico.



FOTO 1.3 y 1.4

Dos tramos medios representativos de la cuenca del río Vélez. (c) Jacinto Segura.



FOTO 1.5

Aspecto del humedal de la desembocadura del río Vélez separado del mar por una barra de arena. (c) Tony Herrera.

1.4 LA CUENCA DEL RÍO LOUKKOS (LARACHE)

La cuenca del río Loukkos es una de las cuencas más importantes de Marruecos. Nace en la zona central del Rif (provincia de Chefchaouen) a una altitud de 1.700 m, y desemboca en el Océano Atlántico junto a la ciudad de Larache, drenando una superficie de 3.750 km² y con un aporte anual estimado en 1.200 hm³/año. La cuenca está dividida en tres subcuencas: la propia del río Loukkos (2.100 km²) y las de sus dos afluentes principales que se unen al eje principal en su curso bajo, el río Makhazine (630 km²) y el río Ouarour (160 km²). En la parte alta de la cuenca, numerosos afluentes de carácter torrencial drenan las zonas montañosas del Rif dirección oeste, configurando así tramos de cabecera con pendientes superiores al 2%. Ya en su tramo medio, el río Loukkos presenta una morfología

más ondulada, con una pendiente entre 1-2%. En esta parte de la cuenca, los valles se ensanchan y está sometidos a una intensa y creciente actividad agrícola de regadío, con lo que sólo los 10 primeros metros de la zona de ribera mantienen su estado natural. Además, a lo largo del curso medio, el río Loukkos se ve interrumpido por la presencia de dos presas destinadas sobre todo a la potenciación de dicha actividad agrícola de la región y a la contención de crecidas: la del Guarda del Loukkos (4 hm³) construida en 1981, y la de Makhazine (773 hm³) construida en 1979.

Ya en su curso bajo, el río Loukkos se extiende formando una extensa llanura aluvial que data del Pleistoceno superior, y que está compuesta por arenas limosas



FOTO 1.6 y 1.7

Presa de Makhazine en el curso medio del río Loukkos. (c) Tony Herrera.

o arcillosas, limos y suelos hidromórficos que coronan las formaciones del Plioceno. En esta zona, las actividades agrícolas son menos importantes debido a las inundaciones periódicas, con lo que la ganadería representa la mayor actividad económica. Antes de su desembocadura, el río Loukkos discurre por una extensa zona de estuario, que incluye zonas de marismas, meandros abandonados, áreas pantanosas y lagunas que son refugio de una enorme biodiversidad. Tal es así, que esta zona, que abarca unas 3.600 has, fue incluida en el Convenio de Ramsar en 2005 con el nombre de “Complejo del Bajo Loukkos” y constituye un enorme patrimonio natural que convive con actividades económicas tales como el turismo, la pesca y el aprovechamiento de salinas. A pesar del elevado valor ecológico de la zona estuárica del bajo Loukkos, estudios recientes han puesto de manifiesto alteraciones en la calidad del agua y de los sedimentos, con lo que urgen medidas de seguimiento y control de las actividades antrópicas. En el tramo comprendido entre las dos presas e incluso aguas arriba de la presa de Makhazine, el paisaje cobra fuerza en algunas zonas por la ausencia de elementos distorsionantes. Sin embargo, en estas zonas de la cuenca media y alta,

existen problemas de sobreexplotación ganadera que afectan negativamente a la vegetación y generan problemas de erosión. La acción antrópica en este sentido es difusa pero intensa.

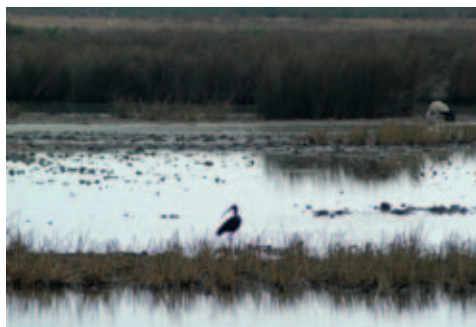


FOTO 1.8 y 1.9

Aspecto de las zonas de humedal y marismas del tramo bajo del río Loukkos en la provincia de Larache. (c) Tony Herrera.

02.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS RÍOS



2.1 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS RÍOS

El concepto de “servicios ecosistémicos” podría definirse como el conjunto de procesos mediante los cuales los ecosistemas* satisfacen la vida humana, es decir los beneficios que los seres humanos recibimos directa o indirectamente de los ecosistemas. Así por ejemplo, los bosques nos proveen de servicios relacionados con el comercio de la madera, la biodiversidad, los alimentos (setas, vegetales, animales), los espacios de ocio y recreativos, etc. (figura 2.1).

Los ríos y cauces fluviales representan una de las principales fuentes de servicios ecosistémicos para los seres humanos, ya que no sólo son por sí mismos ecosistemas muy productivos y valiosos, sino que contribuyen muy directamente al mantenimiento de otros ecosistemas igualmente importantes como bosques, acuíferos, humedales, estuarios, marismas, etc.

Existen varias formas de clasificar los servicios de los que nos proveen los ríos, pero en general se agrupan en tres categorías principales:

Servicios de abastecimiento

Aquellos que nos proveen de bienes materiales concretos obtenidos directamente de la estructura de los ecosistemas (agua para uso humano y para la agricultura, alimentos, materias primas, etc.).

Servicios de regulación

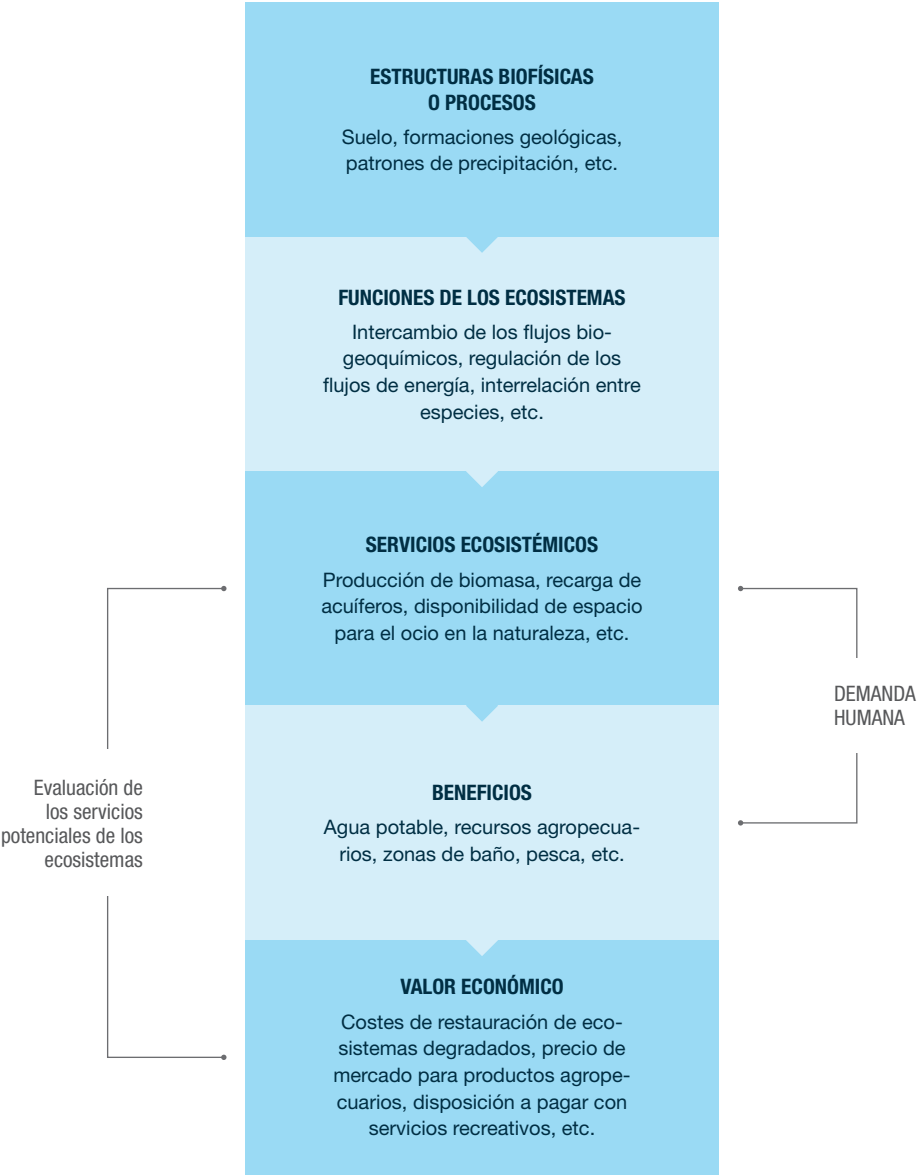
Aquellos que mantienen los mecanismos y equilibrios que contribuyen a prevenir riesgos como las inundaciones o la erosión, o permiten mantener el microclima local, depurar el agua, etc. Por tanto se trata de beneficios obtenidos de forma indirecta.

Servicios culturales

Son los relacionados con los valores estéticos-paisajísticos, de recreación, inspiradores o de identidad territorial, es decir los beneficios intangibles o no materiales que el ser humano obtiene a través de las experiencias con la naturaleza, en nuestro caso los cauces fluviales.

* Glosario de términos. Pág. 120

FIGURA 2.1
Esquema de funciones y servicios de los ecosistemas de Haines-Young, 2010 modificado.



A finales de los años noventa la comunidad científica llegó a un consenso sobre la necesidad de establecer con la mayor claridad posible los vínculos entre los sistemas naturales y el bienestar humano. Se entendió que esta es la única forma de que quienes gobiernan y toman las decisiones tomen conciencia de la necesidad de cambiar las políticas que vienen degradando de forma exponencial los ecosistemas y la biodiversidad mundial. Bajo este marco, en 2001, el entonces Secretario General de Naciones Unidas, Kofi Annan, lanzó el ambicioso proyecto internacional de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA en sus siglas en inglés; www.maweb.org). Este programa finalizó en 2005 y su alcance y repercusión ha sido muy importante tanto a nivel de investigación, políticas públicas o educación. En el ámbito educativo, especialmente el universitario, sus documentos constituyen un referente en la integración de enseñanzas con fines de conservación del medioambiente, desde las ciencias sociales hasta las biofísicas. En los convenios internacionales que los acreditaron, sus resultados están sirvien-

do para centrar objetivos y líneas de acción. Por el contrario, su incidencia en los impulsores de cambio que degradan los ecosistemas y erosionan la biodiversidad como consecuencia de múltiples políticas internacionales no ha sido aún la esperada. Pero en definitiva, puede decirse que la MA, en la que han trabajado 1.360 expertos de 95 países, ha supuesto la ecoauditoría con base científica más importante que se ha realizado sobre los ecosistemas y la biodiversidad de nuestro planeta y sus relaciones con el bienestar humano.

Ante esta iniciativa internacional la Fundación Biodiversidad, perteneciente al entonces Ministerio de Medio Ambiente, puso en marcha en 2008 el proyecto para la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME). Este trabajo, en el que han participado alrededor de 60 investigadores de las ciencias ecológicas y sociales, cuenta con un apartado específico dedicado a los ríos y riberas (tabla 2.1). Gracias al mismo se ha podido desgranar con algo más de detalle y especificidad cuáles son los servicios

TABLA 2.1

Características generales del tipo operativo de ecosistemas denominado “ríos y riberas”, según la EME.

ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	RASGOS ESENCIALES QUE LO DEFINEN	CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS	CARACTERÍSTICAS GENERALES
RIOS Y RIBERAS	Ecosistemas de aguas fluyentes que conectan y cohesionan las cuencas de drenaje.	Al ser vectoriales son líneas en la cartografía distribuidas en toda la superficie del territorio estatal.	Los ríos y riberas españoles presentan peculiaridades propias que tienen su origen en: • El clima • La fisionomía del territorio • Los materiales geológicos-litológicos • Su geodinámica

TABLA 2.2

Principales servicios ecosistémicos de los ríos identificados y valorados por el proyecto para la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME).

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS VALORADOS		
ABASTECIMIENTO	• Alimento tradicional • Medicinas naturales • Agua dulce • Energía renovable	• Acervo genético • Materiales de origen biótico • Materiales de origen geótico (ej. : gravas)
REGULACIÓN	• Regulación climática • Control biológico • Calidad del aire • Perturbaciones naturales	• Regulación hídrica • Control de la erosión • Fertilidad del suelo
CULTURALES	• Fertilidad del suelo • Educación ambiental • Actividades recreativas • Identidad cultural	• Disfrute estético • Conocimiento ecológico local • Disfrute espiritual y religioso

ecosistémicos que ofrecen en general los ríos y su importancia para el bienestar de nuestra sociedad (tabla 2.2).

Según la EME, Los resultados ponen de manifiesto que prácticamente el 70% (14 de 21) de los servicios evaluados que suministran los ríos y riberas se están degradando o están siendo usados de manera insostenible. Los más afectados son los servicios de regulación (formación y fertilidad del suelo, regulación hídrica y de las perturbaciones naturales y control biológico) y los culturales (conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia y disfrute espiritual y religioso). Por el contrario, están mejorando los servicios de abastecimiento tecnificados y los servicios culturales que responden a la demanda urbana (ecoturismo, educación ambiental).

Por su parte, el estudio también refleja como la población no identifica con claridad todos los servicios ecosistémicos que recibimos de los ríos, manifestándose sólo aquellos que repercuten de forma más clara y directa (tabla 2.3). No se valora por ejemplo la importancia de los ríos para el mantenimiento de la biodiversidad y el acervo genético local, o para el conocimiento científico o de la propia educación ambiental. Esto nos indica claramente los elementos en los que más debe incidirse sobre la población en los futuros proyectos de sensibilización ambiental o programas de participación pública en el entorno de la gestión de los ríos, a la vez que debe incidirse en ofrecer información clara y accesible sobre la relación directa entre los servicios ecosistémicos y los procesos naturales que los hacen posibles.

SERVICIOS QUE LA POBLACIÓN VALORA	LO QUE HACE POSIBLE ESOS SERVICIOS
• Agua limpia para beber • Agua suficiente para riego y generación de energía hidroeléctrica • Protección contra las inundaciones • Comida y productos alimenticios derivados (algas, arroz, pescado, moluscos, mariscos, etc.). • Recreación (pesca, baño, deportes acuáticos, rutas, etc.) • Paisaje y recursos estéticos • Existencia de especies y ecosistemas	• Ciclo de nutrientes • Procesamiento de contaminantes • Descomposición • Biodiversidad • Crecidas naturales y recarga de acuíferos • Disipación de energía y calor • Transporte y deposición de sedimentos (caudales sólidos) • Bosques de riberas y humedales • Conectividad de la lámina de agua • Forma del canal fluvial y restos de madera

TABLA 2.3
Principales servicios ecosistémicos de los ríos identificados y valorados por la población y procesos y funciones de los ecosistemas que los hacen posibles.

2.2 ALGUNOS CASOS DE ESTUDIOS Y TRABAJOS SOBRE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS RÍOS

Hasta la fecha se han llevado a cabo algunos estudios concretos para evaluar los servicios ecosistémicos asociados a los recursos hídricos. Esto ha supuesto desarrollar y probar diferentes métodos, buscando siempre adaptarse a las circunstancias y condicionantes locales para evaluar dichos servicios en cada caso. Investigadores de la universidad de Almería y del centro *Helmholtz* para la investigación medioambiental de Alemania, han realizado en la Sierra Norte de Sevilla uno de los trabajos de investigación en esta línea más destacables hasta la fecha. Mediante el mismo han desarrollado un método innovador para evaluar empíricamente la relación subyacente entre el uso y manejo de los agroecosistemas mediterráneos, el patrón espacial de la generación de flujo de agua dulce, verde y azul (la que se encuentra como humedad del suelo y la que se encuentra en acuíferos, lagos y embalses respectivamente), y la provisión de servicios ecosistémicos hidrológicos, SEH (en inglés HES, de las siglas de Hydrologic Ecosystem Servi-

ces). Dicho estudio pone de manifiesto que los cambios que se puedan producir en la gestión de los agroecosistemas montañosos pueden tener repercusiones muy importantes no sólo a nivel local, ya que la mayor parte de los SEH se entregan fuera de la zona donde se producen. Entre las propuestas derivadas del trabajo destaca la posibilidad de crear “créditos de agua verde”, que permitirían incentivar a los propietarios de cultivos para mejorar la gestión de la tierra a la vez que se optimizarían múltiples beneficios del agua para otros grupos de interés, algunos de ellos como se ha dicho, incluso alejados de la zona donde se producen.

Otro trabajo a destacar, desarrollado por investigadores de las universidades de Valencia y del País Vasco, analiza cómo el cambio ambiental global afecta a los servicios de los ecosistemas hídricos a escala local, y como la sociedad valora sus servicios ecosistémicos. Se eligieron para el estudio las cuencas de los ríos catalanes L’Anoia y Noguera de Tor y se

Queda mucho trabajo por hacer para que la ciudadanía comprenda mejor las relaciones directas e indirectas entre los ecosistemas y nuestra calidad de vida, y éste sin duda es un reto importante para los próximos años.

estudiaron diferentes parámetros y elementos de sus cuencas. Paralelamente, se llevaron a cabo talleres (presentando diferentes escenarios posibles) y cuestionarios cualitativos con los diferentes actores sociales. La primera conclusión que los autores extraen de este trabajo fue que las partes interesadas que participaron en los talleres no estaban familiarizadas con el concepto de servicios de los ecosistemas, sin embargo, durante el proceso participativo aprendieron sobre el concepto y consideraron que es un método útil para visualizar las relaciones humanas multidimensionales con los ecosistemas acuáticos. Las personas que viven en la cuenca del río ven como la producción de energía hidroeléctrica, por ejemplo, supone que los beneficios salen fuera del territorio pero los costes se quedan en él. Entre esos costes se podría incluir que disminuye el agua disponible para otros usos (turismo, actividades agropecuarias, pesca, ocio, etc.). Entienden que esos costes no son debidamente compensados en el territorio por las empresas hidroeléctricas. Según los autores, los participantes identifican claramente la interdependencia de los usos económicos locales de agua con la provisión de los ecosistemas de hábitats, bienes culturales y estéticos, ya que una parte importante de sus ingresos por turismo depende de ellos.

FOTO 2.1 y 2.2

Manifestación en la ciudad de Málaga de diversos colectivos sociales, conservacionistas y de regantes de diversos pueblos de la cuenca del río Grande, en contra del proyecto de azud de derivación.

Aunque estos ejemplos y otros estudios existentes avanzan en el objetivo de hacer entender a la sociedad en su conjunto la importancia de la conservación de los ecosistemas, en nuestro caso de los ríos, como requisito indispensable para seguir disfrutando de los servicios que nos ofrecen (en definitiva, para mantener nuestro nivel y calidad de vida), casi siempre han estado centrados en aspectos muy claramente identificados por la población (agricultura, turismo rural, etc.). Sin embargo aún queda mucho trabajo por hacer para que la ciudadanía comprenda mejor las relaciones directas e indirectas entre los ecosistemas y nuestra calidad de vida, y este sin duda es un reto importante para los próximos años.

Son otros muchos los casos destacables, no estudiados científicamente, pero que ponen de manifiesto como en muchas ocasiones los habitantes de una comarca actúan en defensa de los ríos de su territorio, utilizando como arma

arrojadiza buena parte de los servicios ecosistémicos que ellos logran identificar en su cuenca. Por ejemplo, en el caso de la cuenca malagueña del río Genal, cuando a principios de los noventa se publicó en el anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional la intención de hacer una presa en su valle. Uno de los argumentos de las poblaciones locales para oponerse a esta infraestructura era que se destruiría el futuro de los pueblos (turismo, riqueza natural, patrimonio etnográfico, paisaje, etc.), y que el agua embalsada sería utilizada para generar unos beneficios fuera del territorio (la Costa del Sol) y para fines ajenos a criterios de sostenibilidad socio-ambiental. La población por sí misma, especialmente un grupo activo constituido en aquel entonces para la defensa del río, el *Grupo de Trabajo del Valle del Genal*, fue capaz de ir sacando a relucir los principales servicios ecosistémicos con apoyo de profesores universitarios y expertos en diferentes disciplinas, que contribuían así a establecer la relación



directa de estos con el mantenimiento de los procesos naturales. Algo parecido se produce años más tarde, en el 2000, en la cuenca del río Grande (perteneciente a una de las cuencas que nos ocupan especialmente en este libro, la cuenca del Guadalhorce). De nuevo la intención de realizar una presa recogida en el nuevo Plan Hidrológico Nacional, pone en pie de guerra a buena parte de la población que entiende que perderá su acceso a buena parte de los servicios ecosistémicos que disfrutaban en su territorio (riego, paisaje, biodiversidad, patrimonio etnográfico ligado al río, ocio, etc.) y que además los principales beneficios generados por la nueva infraestructura igualmente se trasladarían fuera de su territorio.

En los dos ejemplos citados de Málaga (en las cuencas de los ríos Genal y Grande) como en algunos otros casos, la población local tuvo capacidad propia de organización y respuesta, pero no siempre es fácil que dicha reacción se produzca de forma espontánea. Aún es necesario

generar conocimientos más específicos y a nivel local, profundizar también en la valoración económica de los servicios ecosistémicos, o al menos en su inclusión en los análisis de coste-beneficio de diferentes actuaciones e inversiones, y sobre todo, trasladar esos conocimientos de forma sencilla a la población. De esta manera las administraciones podrán hacer más racionales sus políticas, desde el punto de vista de la conservación de los ríos, y la población tendrá mayor capacidad de respuesta cuando entienda que no se están protegiendo debidamente sus derechos y patrimonio socio-ambientales.



03.

CONSERVACIÓN DE RÍOS

3.1 CONCEPTOS PREVIOS

Aunque no es el objetivo de este libro profundizar en todos los aspectos relacionados con el funcionamiento o caracterización de los ríos, conviene que nos familiaricemos con algunos conceptos básicos que nos permitirán a su vez comprender mejor la necesidad de su conservación o restauración, y todo lo que ello puede llegar a implicar.

3.1.1. Conectividad y resiliencia

Cuando se trata de hacer gestión para conservar o restaurar un río, es fundamental tener presente que un río no es sólo una masa de agua que circula por un cauce y que va a parar al mar, sino que forma parte de un ecosistema (el ecosistema fluvial) que presenta una elevada conectividad longitudinal, lateral y vertical (dicha conexión se produce a diferentes niveles: agua, nutrientes, sólidos y seres vivos).

Conectividad longitudinal:

Hace referencia a la conexión del sistema fluvial aguas arriba o abajo y posee una función como corredor y nicho ecológico*.

Conectividad lateral:

Se trata de la relación que el ecosistema fluvial tiene con el ecosistema forestal adyacente a través del bosque o vegetación de ribera.

Conectividad vertical:

Considera la relación entre el ecosistema fluvial y el acuífero subyacente.

Cualquier alteración de la conectividad natural por acción antrópica, puede ser objetivo de conservación y restauración debido a las consecuencias que una pérdida de conectividad puede tener sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas fluviales. Puede suceder que un río degradado tenga un alto interés por su potencial función de corredor ecológico entre espacios naturales protegidos. En este caso, el interés de la conservación

* Glosario de términos. Pág. 120

no tendría que pasar por el objetivo de proteger un río que presenta un elevado grado de naturalidad, sino por restaurar en la medida de lo posible la conexión longitudinal y las funciones ecológicas, restaurando el cauce.

La resiliencia o capacidad de recuperación que mantiene el río después de una determinada alteración depende, en primer término, de la “redundancia” de elementos que desempeñan funciones análogas: es decir, que el ecosistema asegura su funcionamiento mediante la existencia de procesos que pueden solaparse y sumarse, y que cumplen funciones ecológicas similares. Por tanto, una gestión para la conservación debe basarse en evitar la pérdida de funciones ecológicas y procurar que cualquier actuación que se lleve a cabo en las inmediaciones de un cauce tenga un efecto nulo o mínimo sobre éstas. En el caso de que la afección resulte inevitable, desde la gestión se debe intentar que las funciones alteradas se vean compensadas por otros mecanismos similares, poniendo en valor así la citada capacidad de resiliencia.

3.1.2. Zonificación transversal

Desde la concepción ecosistémica que promulga la actual normativa, así como teniendo en cuenta los diversos ecosistemas que sustenta el territorio fluvial, la sección transversal de un río nos define tres zonas esenciales (ver figura 3.1):

Cauce:

Espacio susceptible de ser ocupado por las aguas en su caudal habitual (cauce menor o de aguas bajas) y sus crecidas ordinarias (cauce mayor o de aguas altas: formado o no por varios lechos interconectados), con períodos de retorno* frecuentes (del orden de 1 a 7 años según su régimen climático y de generación). El cauce constituye el soporte del ecosistema acuático estricto. En muchos ríos mediterráneos, la permanencia de agua circulante depende en ocasiones de la estación del año o de las variaciones de nivel de las aguas subterráneas conectadas al cauce.

Margen:

Franja entre la superficie mojada habitualmente y sus terrazas laterales donde se ubican las riberas. Queda confinada entre el cauce menor y el mayor (zona de máxima crecida ordinaria). En los ríos más permanentes, estos taludes se ven sustentados y protegidos por vegetación hidrófila

* Glosario de términos. Pág. 120

con requerimientos elevados de humedad y especialmente adaptada para resistir o sobrevivir a los embates de las aguas. Esta franja puede ser muy estrecha en tramos encajados, y de decenas de metros en ríos divagantes o trezados. Puede ser simétrica en ambos lados o no serlo.

Ribera:

Es la franja lateral de los cursos fluviales que se extiende por las terrazas y llanuras aluviales inmediatas al cauce y sus márgenes. De manera natural, está sustentada por una vegetación higrófila (dependiente del nivel freático del acuífero fluvial) de porte arbóreo vigoroso y una estructura característica: el bosque de ribera. **Esta dependencia del contacto de las raíces con el freático supone, desde el punto de vista de la conservación o la restauración fluvial, una limitación crucial a cualquier alteración de los caudales o actuación en la ribera.** Resultará imposible mantener una comunidad de especies vegetales de ribera si se eleva su cota respecto al agua, ya que todo su funcionamiento depende del intercambio entre el freático y la evapotranspiración*. En esta zona, la acción de las aguas altas, aunque de menor intensidad que en la anterior, sigue siendo lo suficientemente potente como para eliminar, de forma periódica, la implantación de vegetación no adaptada a la corriente. También en esta franja la asimetría entre un lado y el opuesto puede ser mucho mayor que en el caso anterior.

3.1.3. Espacio fluvial

Otra forma de zonificar o clasificar las diferentes franjas del espacio fluvial es según el riesgo individual y social que comporta la exposición a la dinámica fluvial*. De esta manera, podemos definir las siguientes zonas en los espacios fluviales (ver figura 3.1).

Zona fluvial:

Concentra el dinamismo hidromorfológico. En razón de su grado de encajonamiento, estará formada por el lecho del río o zona habitualmente inundada (período de retorno de 10 años, Q_{10}) más las márgenes, o bien por el lecho menor, el cauce mayor, las márgenes y las terrazas inferiores. Su principal elemento a proteger es la vegetación resistente de primera línea en ambas orillas (cuyo vigor puede depender mucho de un nivel freático alto). Las sucesivas crecidas trabajan de forma continuada la zona fluvial, con erosiones y sedimentaciones tanto transitorias (durante el propio episodio) como “definitivas” (durante el lapso hasta la siguiente avenida). La vegetación,

* Glosario de términos. Pág. 120

cuando es la adecuada y no está alterada o formada por explosiones de especies invasoras, posee un efecto retardante que aminora la velocidad del flujo de agua a medida que éste crece y evita procesos erosivos acelerados (son plantas flexibles, que se orientan en el sentido de la corriente y acaban plegándose sobre el suelo, protegiéndolo).



FOTO 3.1

Zona fluvial representativa de un río mediterráneo. (c) Tony Herrera.

Sistema hídrico:

Ocupa los espacios que son inundados por la mayoría de avenidas significativas (período de retorno de 100 años, Q_{100}), si bien son rebasados en las avenidas extraordinarias. Engloba la denominada zona de aguas altas de los sistemas fluviales, en los laterales de la zona fluvial. Geomorfológicamente, está delimitada por las primeras terrazas (partes superiores de la terraza baja e inferiores de la terraza mediana). Contiene el bosque típico de ribera, vegetación densa formada por especies que necesitan conectar su sistema radicular con el freático, y estructurada de forma estratificada. Las aguas siguen comportando cierta velocidad de flujo: se sigue produciendo una dinámica similar a la descrita para la zona fluvial, aunque con menor intensidad general, con excepciones locales significativas y predominio de los depósitos de sólidos frente a los fenómenos erosivos. En esta franja, la vegetación suele ser mucho más tupida a ras de suelo y no flexible. Dicha vegetación retrasa algo más el flujo de agua provocando zonas de

remansos o manteniendo el flujo concentrado en la zona fluvial. Igualmente, contribuye al desbordamiento lateral hacia la zona inundable. Para velocidades elevadas, se crea en estas franjas un efecto de “fondo virtual” que aleja las puntas de tensión del propio suelo, ya que la tensión está en la masa arbórea. De hecho, cuando la vegetación riparia está alterada y es sustituida por plantaciones de leñosas con tronco liso y sin ramas en su parte inferior (como es el caso de las choperas), se produce exactamente el efecto contrario: se genera un freno a la altura de las copas que induce una punta de velocidad (superior a la que existiría sin la plantación) en la proximidad del suelo.



FOTO 3.2

Aspecto de la zona denominada “sistema hídrico” de un río mediterráneo durante una crecida ordinaria. La zona fluvial queda sobrepasada por el nivel de las aguas. (c) Óscar Gavira.

Zona inundable:

Es la mojada por episodios de aguas altas de carácter extraordinario y elevado período de recurrencia (período de retorno de 500 años, Q_{500}). Sobrepasa normalmente la zona considerada como ribera y en algunos sectores llega hasta el pie de la terraza alta. El componente del calado o cota alcanzada por las aguas es más determinante que la velocidad (es decir en esta franja se produce inundación pero no hay grandes riesgos de arrastres por la velocidad del flujo). En la zona inundable se producen sobre todo sedimentaciones e infiltración, por lo que es una zona con un papel muy importante



FOTO 3.3

Aspecto de una zona inundable en una crecida extraordinaria. Pueden verse las dos hileras de árboles de ribera que marcan habitualmente el límite del sistema hídrico, en esta ocasión sobrepasado por la lámina de agua. (c) José Quirós.

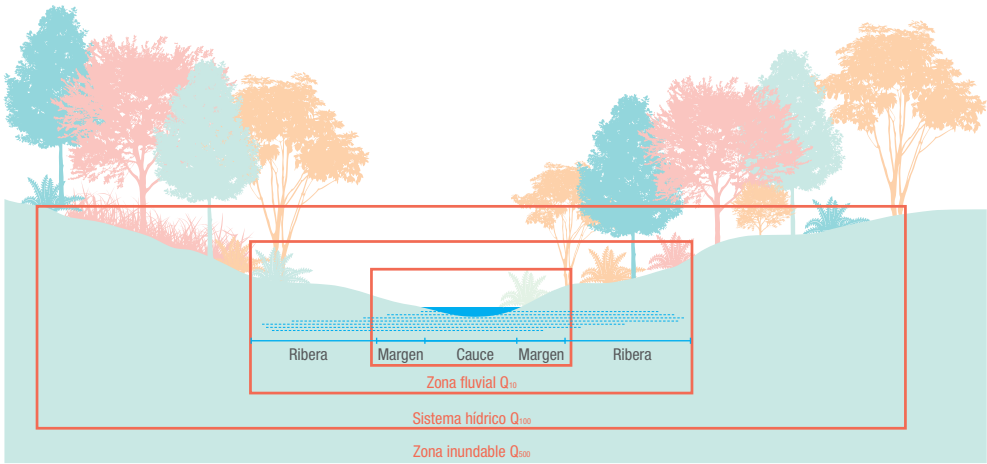


FIGURA 3.1

Representación esquemática de las diferentes zonas asociadas a los cauces fluviales.

en la recarga de los acuíferos. Los procesos erosivos en esta zona suelen concentrarse en los lugares de retorno del volumen desbordado hacia el cauce una vez que baja el nivel de las aguas. Cuando existen defensas como motas o muros, esto hace que la inundación pueda alcanzar cotas más altas, ya que no puede volver el agua al cauce natural con la misma rapidez, y también provoca que en las zonas de paso se concentren más el caudal y la velocidad, con lo que incrementa estos efectos erosivos.

3.1.4. Caudal

Puede parecer sencillo entender a qué nos estamos refiriendo cuando hablamos del caudal de un río: la cantidad de agua que discurre por el mismo según una determinada unidad de tiempo. Sin embargo, conviene que profundicemos un poco en este concepto empezando por decir que en el río hay dos tipos de caudales, el caudal sólido y el caudal líquido.

El río no sólo transporta agua, sino que también transporta sedimentos y nutrientes. En función del terreno por el que discurre, los materiales que lo conformen, la pendiente y del caudal líquido, el río moverá distintas granulometrías de material sólido. De esta forma podemos comprobar cómo en los diferentes tramos de los ríos predominan bolos, gravas, arenas, limos, etc. Este caudal sólido es fundamental para los procesos hidrodinámicos en los cauces y es un elemento fundamental más a tener en cuenta cuando se diseñen infraestructuras o se lleven a cabo proyectos de mejora ambiental o restauración fluvial.

Por otro lado, debe entenderse que el caudal de los ríos no es algo constante, y mucho menos en los ríos de régimen mediterráneo. En estos, es normal que muchos tramos se sequen en verano y tan sólo conserven algunas pozas con agua, y que se produzcan fuertes crecidas durante el periodo de lluvias. Hablamos pues de un “régimen natural de caudales”. Por eso, cuando se trata de planificar el caudal que debemos mantener en los ríos regulados con presas

y azudes, se utiliza el término “régimen ambiental de caudales”, también denominado como “caudal ambiental” o “caudal ecológico”. Su nombre técnico completo hace referencia precisamente a que no se trata de un caudal constante, sino todo un régimen que muestra variación según los momentos del año. Es decir, el objetivo del establecimiento de un régimen ambiental de caudales es mantener en cada momento los mínimos caudales necesarios para simular el régimen natural y que se mantengan todos los sistemas y procesos ecológicos (riberas, procesos morfodinámicos, biodiversidad, etc.). Por tanto, los caudales ambientales que se calculan para los ríos regulados, no sólo deben garantizar un caudal mínimo en determinados momentos del año, sino que deberán de reproducir crecidas ordinarias y extraordinarias, aunque sea de forma controlada.



FOTO 3.4

Tramo fluvial en el que se aprecia un tramo típico de río mediterráneo serpenteando por su propio lecho de gravas. (c) Tony Herrera.

3.2 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES Y ALTERACIONES SOBRE LOS RÍOS

El ser humano deteriora cada vez más rápidamente los ecosistemas de los que depende como si no hubiese advertido este hecho. Normalmente, dichos ecosistemas no se encuentran aprovechados, sino explotados, es decir, no se hace un uso sostenible de los mismos que impida su deterioro y por tanto el potencial de seguir disfrutándolos en el futuro. El problema radica principalmente en dos factores. Por un lado el modelo económico imperante, que no internaliza en los análisis de coste-beneficio todos los costes por la pérdida de los procesos naturales que nos proveen de los servicios ecosistémicos, a la vez que ignora que muchos de los recursos que se utilizan o destruyen no son renovables y acabarán por escasear y agotarse. Por otro lado, el desconocimiento y falta de conciencia sobre las consecuencias reales a corto y sobre todo a medio y largo plazo que tienen la alteración y destrucción del medio ambiente. En este último caso, parece que a la falta de conocimientos y criterios

suficientes por una parte de la sociedad, se une una especie de “confianza en la capacidad de inventiva y desarrollo tecnológico humana” asentada en otra buena parte de la población. Mucha gente cree que el ser humano podrá acudir a nuevas fuentes de recursos, inventar tecnologías novedosas para la reutilización, o para convertir unos productos en otros, en definitiva, disienten de la idea de que este planeta tiene un espacio y unos recursos limitados que si no usamos de forma sostenible acabarán por agotarse y esto acabará con nuestra forma de vida como la conocemos.

Es cierto que una pequeña parte de la solución de los problemas ambientales pasa por el desarrollo de la tecnología, para que el aprovechamiento de los recursos sea mucho más eficiente. Pero en el caso de las cuencas fluviales y toda su compleja estructura de cauces (ríos, arroyos, torrenteras, etc.) y de conexiones con los acuíferos, bosques de ribera, etc., podemos entender per-

fectamente que esa solución no es tan sencilla, ni mucho menos única. Como ya hemos visto en el capítulo anterior, los servicios ecosistémicos que nos proporcionan los ríos dependen del correcto funcionamiento de procesos naturales muy complejos. Dicha complejidad se debe en gran medida a las múltiples interconexiones que existen entre todos estos procesos y el territorio en el que se producen. La calidad de las aguas de un río, por ejemplo, suponiendo la no existencia de fuentes de contaminación y alteración de origen humano, dependerá de la climatología local, del tipo de suelos, de la geología y litología del territorio por el que discurre, del tipo y estado de la vegetación de su cuenca y de sus riberas, de las comunidades de seres vivos que pueblen su cuenca (desde grandes vertebrados hasta pequeños invertebrados, diatomeas, o bacterias), entre otros factores. Todos estos elementos se ven alterados en mayor o menor medida por la presencia humana,

lo que acaba alterando la calidad de las aguas del río. Y como en este ejemplo referido a la calidad de las aguas, podemos analizar otros elementos, como la biodiversidad de un río, la calidad de escenarios paisajísticos que ofrece, etc., y obtendremos la misma conclusión.

Por tanto, hablar de conservación de ríos al final es hablar de conservación del territorio en su conjunto, y resulta difícil disgregar. No obstante, para poder esbozar una idea aproximada de los problemas concretos de los cauces fluviales, estableceremos un listado con los principales impactos ambientales que se producen de forma más directa sobre ellos.

3.2.1. Contaminación

Existen numerosas fuentes de contaminación que podemos clasificar de forma sencilla en función de:

- Origen
- Tipología del contaminante
- Forma de entrada en el sistema fluvial

3.2.1.1. En función del origen

En función de su origen existen tres fuentes principales de contaminación: aguas residuales urbanas, contaminación procedente de la industria y contaminación procedente de la actividad agropecuaria (tabla 3.1).

FUENTES DE CONTAMINACIÓN SEGÚN SU ORIGEN	DESCRIPCIÓN
AGUAS RESIDUALES URBANAS	Se trata de todas las aguas que reciben los desechos orgánicos de origen humano y animal procedentes de núcleos de población. Su principal componente son los desechos fecales y orina. Junto con estos desechos se vierten numerosas sustancias farmacéuticas (provenientes de medicamentos) que está teniendo un impacto muy significativo en los organismos acuáticos.
CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL	Compuesta por los vertidos de las industrias. La contaminación es de origen químico, y dada la enorme diversidad de sustancias que se utilizan y sintetizan en la industria, la composición y peligrosidad de estos vertidos pueden ser muy variables.
CONTAMINACIÓN DE ORIGEN AGROPECUARIO	Es la contaminación procedente de la agricultura y la ganadería. En estos casos hay varios tipos de contaminación: nutrientes (principalmente nitratos y fosfatos derivados de los abonos), pesticidas, fitosanitarios y medicamentos de animales de granja (diversos productos químicos) y sedimentos, frutos de los fenómenos erosivos consecuencia directa de las prácticas agrarias.
OTRAS FUENTES	Existen otras fuentes como podrían ser la contaminación procedentes de posibles escapes o accidentes en centrales nucleares o la contaminación que producen determinadas actividades como la caza, que puede concentrar enormes cantidades de plomo en zonas en las que fácilmente este metal pesado acaba pasando a la cadena trófica.

TABLA 3.1

Descripción de las principales fuentes de contaminación según su origen.

Aunque el principal componente de las aguas residuales urbanas son los residuos orgánicos, estas aguas también incorporan todos los productos y desechos que utilizamos a nivel doméstico, como detergentes, aceites y

cualquier otra sustancia o producto que tiremos directamente por fregaderos, retretes, etc. En ocasiones las depuradoras funcionan bien para depurar los desechos orgánicos pero no tiene capacidad de depurar y eliminar otras sustancias nocivas.



FOTO 3.5 y 3.6

Fotografías de 2008 que muestran el aspecto de la contaminación en el río Guadalhorce a la altura del término municipal de Pizarra (Málaga) y un cartel demandando la depuración de las aguas. (c) Patricia Carrasco.

Por su parte, los vertidos cargados de sustancias químicas procedentes de la industria comportan riesgos e impactos muy variables en función de los componentes químicos concretos y su concentración. Hoy día, los niveles de exigencia de depuración de estas aguas a las industrias son elevados. Existen umbrales que no deben sobrepasarse, establecidos para una inmensa mayoría de las sustancias clasificadas e identificadas y el grado de cumplimiento podría decirse que es aceptable. No obstante, cada año se sintetizan cientos de sustancias químicas nuevas que se utilizan por la industria, y es difícil mantener actualizada la legislación y normativa en tiempo real y conocer incluso el impacto de estas sustancias a corto, medio y largo plazo sobre el medio. Por otro lado, aunque los riesgos cada vez están más controlados y sometidos a seguimiento y vigilancia, en ocasiones se producen accidentes que pueden causar desastres. Si consideramos, por no hacer más distinciones y simplificar la clasificación, a la actividad minera extractiva como una actividad industrial más, tenemos un claro ejemplo de accidente grave en Andalucía, cuando se produjo la rotura de la balsa que almacenaba los lodos contaminados en la mina de Aznalcóllar en abril de 1.998.

En el caso de la contaminación procedente de la actividad agropecuaria, como puede verse en la tabla 3.1, existen varias tipologías. Cabe que destaquemos aquí el sedimento como fuente de contaminación, pues no suele aparecer en buena parte de la bibliografía, y en regiones con una alta vocación agrícola, puede llegar a ser muy

importante. El uso de la maquinaria para el laboreo de la tierra ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas. Esto ha favorecido procesos erosivos que en ocasiones llegan a ser muy graves, con formación de cárcavas de hasta 20 metros de profundidad en unos pocos años. El fenómeno es especialmente grave debido a la conjunción de las actividades de laboreo intensivo de la tierra y la aplicación de fitosanitarios que eliminan la cubierta herbácea que protege el suelo frente a la erosión. Todo el sedimento procedente de esos procesos erosivos va a parar a los ríos y arroyos, lo que origina cambios drásticos en la dinámica fluvial, llegando a modificarse con gran rapidez los trazados de los cauces, es decir, los ríos ganan inestabilidad y cambian más en menos tiempo. Por otro lado, el exceso de sedimentos colmata los cauces reduciendo su capacidad de evacuación de las aguas durante las crecidas, lo que a su vez favorece el desbordamiento y consecuente fenómeno de inundación. Finalmente, otra consecuencia grave directa del exceso de sedimentos se produce sobre los propios ecosistemas y la biodiversidad. No sólo una turbidez excesiva o anormal afecta a las comunidades de seres vivos que habitan en un determinado tramo fluvial, sino que inclusive la acumulación de lodos reduce la variabilidad de microhábitats (zonas de orillas con limo fino, zonas de gravas con diferentes granulometrías, rocas grandes que ofrecen refugios, etc.), homogenizando el lecho fluvial y reduciendo así la biodiversidad. Algunas especies también se ven afectadas porque el exceso de sedimento en el agua anula la capacidad de sus órganos de respiración, como ocurre con las branquias de algunos invertebrados acuáticos, muy sensibles a este hecho.



FOTO 3.7

Imagen de una cárcava formada en pocos años en un terreno de cultivo de olivar, durante la grabación de un reportaje para el programa EL ESCARABAJO VERDE de TVE sobre los problemas de las inundaciones fluviales. (c) Fernando Salas.

3.2.1.2. Contaminantes según su tipología

En función de su tipología, ya hemos visto en cierto modo que existen diversos tipos de sustancias que pueden considerarse como un contaminante y que, en función de su peligrosidad y concentración pueden tener consecuencias muy graves. En la tabla 3.2 se ofrece una clasificación sencilla.

Aunque se podría decir que la contaminación de carácter orgánico posee un carácter reversible, pues si se elimina la carga excesiva de sustancias orgánicas mediante reducción en origen o depuración, puede recuperarse la calidad de las aguas, esto no siempre ha de ser así. Puede suceder que durante los años que un río haya permanecido con una mala calidad de sus aguas por contaminación orgánica, hayan desaparecido especies del ecosistema que cuando recuperemos de nuevo el buen estado de las aguas ya no se puedan recuperar (es decir, hemos anulado la capacidad de resiliencia del río). Digamos que no es fácil recuperar las extinciones locales que se hayan producido, sobre todo si se trata de especies que viven en hábitats muy concretos y que difícilmente podrían estar en las inmediaciones para recolonizar el río, o que no poseen buena capacidad de movilidad y recolonización. En el peor de los casos, podrían haber desaparecido especies que sólo estaban en ese lugar y que podrían haberse extinguido para siempre.

TIPOS DE CONTAMINANTES PRINCIPALES	DESCRIPCIÓN
NUTRIENTES Y CONTAMINANTES ORGÁNICOS	En esta tipología, se encuentran tanto aquellos de origen urbano (aguas fecales, sustancias grasas y aceites de origen vegetal o animal, etc.) como los de origen agropecuario. Al tratarse de sustancias orgánicas, los ríos tienen cierta capacidad de autodepuración frente a los mismos.
SUSTANCIAS QUÍMICAS Y METALES PESADOS	Procedentes principalmente de la industria y la actividad agropecuaria (fitosanitarios, medicamentos, etc.). Dependiendo de la toxicidad o peligrosidad de cada sustancia o de su concentración en el vertido, tendrán consecuencias más o menos graves. Una peculiaridad frente a los contaminantes de origen orgánico es que dichas consecuencias pueden llegar a ser irreversibles.
SEDIMENTOS Y CARGA SÓLIDA	No se trata de un contaminante en sí mismo, pues se trata de los elementos que componen el <i>caudal sólido</i> natural de un río y caracterizan su geomorfología, sus microhábitats potenciales, etc. Pero los aportes en cantidades excesivas y como consecuencia directa de la actividad humana (agricultura sobre todo) hace que se conviertan en una sustancia perjudicial para el comportamiento normal de la dinámica fluvial y para los ecosistemas fluviales.
OTROS	Aguas o sustancias radioactivas.

TABLA 3.2
Descripción de los diferentes tipos de contaminantes.

3.2.1.3. Contaminantes según su forma de entrada en el sistema fluvial

También es importante considerar la clasificación de la contaminación en función de su entrada en el sistema fluvial. Según esto, podemos distinguir entre la contaminación localizada y la contaminación difusa (tabla 3.3).

TIPOS DE CONTAMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
CONTAMINACIÓN LOCALIZADA	Es aquella fácilmente localizable a través de puntos de vertido concretos, bien sean en la salida de efluentes de depuradoras (de origen urbano o industrial) o vertidos directos de pequeñas industrias, núcleos de población, etc.
CONTAMINACIÓN DIFUSA	Es aquella que se produce de manera deslocalizada y que por tanto es más difícil de regular y vigilar. La actividad agropecuaria junto con la urbanización descontrolada y dispersa son las principales fuentes de este tipo de contaminación.

TABLA 3.3
Diferentes tipos de contaminación según su forma de entrada en el sistema fluvial.

Con frecuencia centramos el problema en los focos de contaminación localizada, ya que sus efectos directos son más palpables o nuestra capacidad para atajar el problema es mayor. Sin embargo, la contaminación difusa comporta otros riesgos. Por ejemplo, es muy difícil controlar los pequeños vertidos dispersos (la cantidad de flujo, sus parámetros físico-químicos, etc.), ya que no es posible medirlos de forma continuada como podemos hacer en puntos de vertido de depuradoras de aguas residuales o industriales (la cantidad de flujo, sus parámetros físico-químicos, etc.). Sobre la contaminación difusa, también es más complicado educar y sensibilizar porque es difícil hacer entender a quien genera un pequeño foco de vertido que considera poco importante, que su efecto sí cobra gravedad cuando se suma al efecto de otros muchos focos similares al suyo. En el caso de la contaminación con origen en las actividades agropecuarias, la contaminación difusa es habitual, por lo que se hace necesaria una labor intensiva de educación y sensibilización, junto con políticas que favorezcan la prevención, como podría ser la condicionalidad de las ayudas y subvenciones según medidas agroambientales.

FOTO 3.8
No siempre la contaminación es procedente de vertidos o sustancias disueltas en el agua, en ocasiones también se arrojan a los ríos basuras y materiales que pueden contener sustancias muy nocivas. (c) Tony Herrera.



3.2.2. Otras fuentes de impacto y alteración de los cauces fluviales

La otra gran fuente de impacto ambiental sobre los ríos son todo tipo de alteraciones que se producen directamente sobre su estructura y funcionamiento natural o sobre sus hábitats y su biodiversidad. Para desgranar mínimamente las principales fuentes de impacto utilizaremos dos formas de clasificarlos. Por un lado atendiendo a si la alteración afecta a la conectividad lateral, longitudinal o vertical, y por otro lado haremos otra clasificación según el origen de la alteración, para completar así el listado.

3.2.2.1. Alteraciones e impactos según afectan a la conectividad fluvial

TIPO DE CONECTIVIDAD AFECTADA	ACCIÓN	ORIGEN/TIPO DE ACCIÓN
CONECTIVIDAD LATERAL	Reducción del espacio fluvial o territorio de movilidad fluvial	Urbanismo, agricultura, infraestructuras (carreteras, líneas férreas, canales de riego, etc.)
	Obras de defensa	Encauzamientos de hormigón, escolleras, motas
	Destrucción de la vegetación de ribera	Talas incontroladas, limpiezas de cauces
CONECTIVIDAD LONGITUDINAL	Presas (de abastecimiento, riego o aprovechamiento hidroeléctrico)	
	Azudes de derivación (para riego o aprovechamiento hidroeléctrico)	
	Otras infraestructuras transversales	Vados y pasos
CONECTIVIDAD VERTICAL	Captaciones de agua y sobreexplotación de acuíferos	Bombeos de agua desde el cauce, pozos

TABLA 3.4
Principales alteraciones e impactos sobre cauces fluviales según afectan a la conectividad.

Respecto a la conectividad lateral, como puede verse en la tabla 3.4, hay numerosas acciones habituales que causan impacto sobre los cursos fluviales. Las principales son aquellas que invaden el espacio fluvial, ya sea sólo la zona inun-

dable o inclusive el sistema hídrico. La mayor parte de los problemas de inundaciones que se producen es debido a la invasión por parte de las construcciones e infraestructuras humanas de la llanura de inundación de los ríos, esa que el agua

sólo ocupa con las crecidas extraordinarias. Pero en ocasiones también invadimos el sistema hídrico, con lo que las crecidas ordinarias también nos pueden afectar. La agricultura tiende a competir con la vegetación de ribera en las márgenes fluviales, por lo que es habitual que los agricultores no respeten la anchura natural del bosque de ribera y procuren ganar terreno para sus cultivos hasta lo más cerca posible del cauce fluvial habitual, o zona fluvial. Como forma de protegernos de la inundación y ganar espacio a los ríos, se ejecutan canalizaciones con hormigón, que hacen impermeables

las márgenes fluviales, con lo que la conectividad lateral queda totalmente anulada. También se construyen escolleras de piedras que no impermeabilizan las márgenes pero sí destruyen la vegetación de ribera, impiden el asentamiento de la mayor parte de las especies y que se forme un bosque de ribera estructurado de forma natural. Estas escolleras favorecen a especies vegetales invasoras, como la caña (*Arundo donax*) y también de fauna, siendo un hábitat ideal para la proliferación de ratas.

Otra forma de protegerse frente a las crecidas de los ríos es mediante la cons-



FOTO 3.9 y 3.10

Aspecto de la construcción de una escollera (río Chillar, Málaga) y de una canalización con hormigón en el río Pudio (Sevilla). (c) Tony Herrera.

FOTO 3.11 y 3.12

Aspecto de la construcción de una escollera en el río Herrera, (Zaragoza) y de una canalización con hormigón en el río Sosa (Monzón). (c) Alfredo Ollero.

trucción de motas, muy frecuentemente usadas en terrenos agrícolas. Estas motas son elevaciones artificiales, generalmente de tierra, a veces incluso asfaltadas, que se construyen muy próximos a las riberas para elevar la altura en los márgenes e impedir que se produzca la inundación de los terrenos adyacentes. Es precisamente esa inundación la que deposita sedimentos en la llanura fluvial de inundación fertilizando las tierras, a la vez que favorece la recarga natural de los acuíferos. En otras ocasiones, la conectividad lateral se altera con todo tipo de acciones que destruyen o alteran la comunidad de especies ribereñas, como las talas incontroladas, las plantaciones de chopos o especies que no son nativas, o las tan demandadas limpiezas de cauces, que en la mayor parte de los casos se ejecutan con maquinaria pesada y destruyen totalmente la vegetación de las riberas.

Respecto a la conectividad longitudinal, los principales impactos ambientales que nos encontramos son las presas. En ocasiones, las sueltas de agua de las presas pueden producir efectos muy nocivos sobre los ecosistemas fluviales ya que se produce un cambio brusco de temperatura o bien se suelta agua de fondo con muy poco oxígeno y mucho material en suspensión, lo que puede llegar a asfixiar peces y otros animales acuáticos. Las presas y azudes, además de alterar el régimen natural de caudales, suponen una barrera para las migraciones de la fauna a lo largo del eje longitudinal de los ríos, siendo este impacto muy patente



FOTO 3.13

Un tramo del río Grande (Málaga) en el que se ven viviendas en zona inundable, para cuya protección se han construido un muro de hormigón y escolleras en el margen del cauce. Igualmente la fotografía ilustra el cultivo hasta la misma orilla del río, el florecimiento de cañas invasoras (*Arundo donax*) en las riberas y otras infraestructuras como el cableado eléctrico que impactan sobre el paisaje. (c) Tony Herrera.

en los peces, que en muchas ocasiones ven mermadas o extinguidas sus poblaciones al no poder acudir a las zonas de freza aguas arriba, o no poder bajar a las zonas de estuario o tramos bajos donde pasan otra parte del año. La alteración del régimen natural de caudales (es decir, no sólo de la cantidad de agua que circula aguas abajo de una presa, sino de la forma en que lo hace, pues las presas impiden o laminan las crecidas) afecta directamente la composición de especies de flora y fauna dentro del agua y también en las riberas. Se ha comprobado que los ríos mediterráneos regulados con presas tienen mayor presencia de especies piscícolas invasoras, ya que éstas no resistirían las crecidas bruscas y naturales de estos cauces como lo pueden hacer las especies autóctonas* que están mejor adaptadas a este fenómeno.

* Glosario de términos. Pág. 120

**FOTO 3.14 y 3.15**

Aspecto del impacto visual y el efecto barrera de una presa, junto con el impacto de otras infraestructuras asociadas aguas abajo de la misma. (c) Tony Herrera.

Algunas zonas de paso, vados y estaciones de aforo que se construyen sobre los cauces pueden tener un impacto muy significativo y afectar a muchas especies, sobre todo piscícolas. En ocasiones es relativamente sencillo evitar este impacto mediante un diseño adecuado de estas infraestructuras o el establecimiento de escalas y pasos para peces.

**FOTO 3.16 y 3.17**

En las fotografías, se aprecian distintos tipos de azudes que impiden el paso de la fauna piscícola. A la derecha, se observa el trabajo de medición de investigadores que realizan una evaluación del impacto de un azud sobre las poblaciones de peces nativos. (c) Francisco Capell.

Finalmente, desde el punto de vista de la conectividad vertical, cabe comentar que el principal impacto es consecuencia de la falta de control sobre las diferentes formas de captación de agua. También abundan los problemas de impermeabilización de los cauces mediante su canalización. Se ha avanzado bastante en los últimos años en solucionar el problema de la falta de control de las captaciones y pozos, pero

**FOTO 3.18**

La fotografía muestra la lámina de hormigón de una estación de aforo que posee casi 12 metros de longitud. Los peces que intentan remontar la corriente no tienen fuerza suficiente para sortear el obstáculo. Sin embargo, la colocación de rocas estables o estructuras artificiales según la disposición esquemática reflejada en color amarillo, permitiría a los peces sortear el obstáculo en varios impulsos, recuperando fuerzas tras cada uno de ellos, resguardándose de la corriente detrás de las estructuras. (c) Tony Herrera.

no tanto en lo que a la planificación y gestión de la demanda se refiere, por lo que siguen existiendo muchos acuíferos claramente sobreexplotados. La contaminación de los ríos también puede contaminar las aguas de los acuíferos, lo que supone un problema grave dada la lenta tasa de renovación de sus aguas. En ocasiones, también se bombea agua directamente de algunos tramos del cauce que acaban por secarlo. Para estas tareas, cuando escasea el agua, también se introduce maquinaria pesada en el cauce para tratar de concentrar las pozas en los puntos de captación, modificando la geomorfología del cauce e impactando sobre la vegetación de ribera. Pero sobre todo, en lo que nos ocupa en este apartado, se produce una compactación del suelo que disminuye o puede llegar a afectar gravemente a la conectividad con el freático. Además, al eliminar el agua en superficie, podemos estar sometiendo a un estrés hídrico mucho más elevado de lo natural a las comunidades vegetales de ribera.

**FOTO 3.19 y 3.20**

A la izquierda puede apreciarse como se deriva el agua de pozas aguas arriba hacia una captación de agua para riego. Estas operaciones, en la mayoría de las ocasiones totalmente ilegales, se realizan con maquinaria pesada dentro del cauce, al igual que ocurre en la imagen de la derecha, en la que se ha construido un dique de tierra para retener agua en una zona de captación. (c) Tony Herrera.

3.2.2.2. Impactos según su origen

A continuación, definiremos otros impactos que no se han considerado junto con algunos de los que ya se han citado en el apartado anterior, pero haciendo está vez una clasificación en función de su origen y sugiriendo de forma muy esquemática cuáles pueden ser las causas efectos y soluciones concretas o vías de solución (tabla 3.5).

FACTOR	CAUSA/ EFECTO PRINCIPAL	OTROS EFECTOS	SOLUCIONES
INFRAESTRUCTURAS NO HIDRÁULICAS	Aumento de la captación de agua tanto superficial como subterránea.	Reducción del nivel freático y de la disponibilidad de agua en el cauce.	Potenciar el uso sostenible del recurso "AGUA", gestionando la demanda y adaptándola al clima y recursos de cada territorio.
	Alteraciones de la vegetación y estructuras de las márgenes.	Aumento de la erosión. Aumento de las partículas sólidas en suspensión. Colmatación de pequeños cauces aumentando los riesgos de riadas e inundaciones. Pérdida de biodiversidad.	Evitar infraestructuras innecesarias. Aumentar la eficacia de los estudios de impacto ambiental (sobre todo de la aplicación estricta de las medidas correctoras y del seguimiento y vigilancia). Desarrollar proyectos de mejora ambiental y restauración basados en técnicas de bioingeniería.
	Introducción de elementos ajenos al paisaje.	Impacto sobre la calidad y singularidad del paisaje.	Evitar infraestructuras innecesarias y eliminar aquellas en desuso. Establecer medidas correctoras, tanto en la fase de diseño y redacción de los proyectos como una vez finalizadas las obras, para la integración de las infraestructuras en el paisaje y sus hábitats. (Extremar las acciones y vigilancia para que dichas medidas correctoras se ejecuten y tengan un seguimiento y vigilancia adecuados).

TABLA 3.5
Principales alteraciones e impactos sobre cauces fluviales según su origen.

FACTOR	CAUSA/ EFECTO PRINCIPAL	OTROS EFECTOS	SOLUCIONES
INDUSTRIA Y OTROS USOS	Vertidos contaminantes.	Contaminación química de las aguas. Riesgo para la salud y pérdida de biodiversidad.	Controles y medidas de depuración eficaces. Reutilización del agua. Planes de prevención de riesgos y emergencia. Incentivos a las empresas para reducir sus niveles de contaminación. Aplicar el principio de “quien contamina paga”.
	Uso de agua para refrigeración.	Alteración de la temperatura de las aguas fluviales. Pérdida de biodiversidad.	Reutilización de agua. Mecanismos y medidas para enfriar el agua.
	Consumo de agua.	Reducción de caudales y disminución del nivel freático.	Reducción de consumo y reutilización. Establecer el régimen natural de caudales y vigilar su cumplimiento.
AGRICULTURA	Creación de nuevos regadíos en zonas donde el agua es escasa.	Construcción de embalses y trasvases para compensar a las nuevas demandas creadas.	Potenciar una agricultura sostenible, adaptada al clima y recursos de cada zona. Gestionar la demanda de agua.

FACTOR	CAUSA/ EFECTO PRINCIPAL	OTROS EFECTOS	SOLUCIONES
AGRICULTURA	Vertidos y escorrentías con alta carga orgánica (abonos, alpechín, aguas residuales, etc.).	Eutrofización de las aguas.	Control de vertidos ilegales no autorizados. Depuración de aguas con técnicas blandas que permitan adaptarse a pequeñas explotaciones agrarias. Campañas de información y sensibilización. Medidas agroambientales en las políticas de subvenciones y ayudas agrarias.
	Captaciones ilegales de agua para riego.	Destrucción y desecación de pozas importantes para la supervivencia de la fauna acuática. Reducción de los caudales estivales.	Incrementar la vigilancia, control y sanciones en los cauces. Aplicación estricta de la normativa vigente.
	Alteraciones del cauce con maquinaria pesada por particulares para limpiar cauces o formar pozas que retengan agua durante el periodo estival.	Pérdida de biodiversidad. Destrucción de hábitats. Aumento de los riesgos de erosión e inundaciones al inicio de los periodos de lluvias.	Regulación, vigilancia y control de actuaciones. Aplicación estricta de la normativa vigente.
INTRODUCCIÓN DE ESPECIES ALÓCTONAS	Introducción por parte del hombre, ya sea accidental o voluntaria.	Pérdida de biodiversidad. Una vez que las especies introducidas se aclimatan, es muy difícil su erradicación, compitiendo por los recursos con las especies autóctonas a muchas de las cuales acaban eliminando del ecosistema.	Las soluciones son muy complicadas y costosas, y en la mayoría de los casos, los efectos son irreversibles.

TABLA 3.5
Principales alteraciones e impactos sobre cauces fluviales según su origen.

FACTOR	CAUSA/ EFECTO PRINCIPAL	OTROS EFECTOS	SOLUCIONES
INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS (PRESAS Y AZUDES)	Alteración del régimen natural de caudales del río. En el tramo afectado se pasa de un ecosistema de aguas corrientes (río) a un ecosistema de aguas quietas (embalse).	Barreras para la fauna y flora, pero sobre todo para la fauna acuática. Efecto barrera también para la fauna terrestre. Pérdida de biodiversidad. Alteración de la vegetación de ribera como consecuencia del cambio en el régimen natural de caudales. Disminución de microhábitats potenciales.	Gestionar la demanda de agua, evitando a toda costa la construcción de nuevas presas y eliminando aquellas innecesarias. En el caso de embalses ya construidos o cuya construcción se haga inevitable, establecer los caudales ambientales adecuados y llevar a la práctica cuantas medidas correctoras y compensatorias sean necesarias para minimizar los impactos (tales como escalas o pasos para peces, protección de terrenos en las inmediaciones que faciliten la conectividad para la fauna terrestre, etc.).
INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS (TRASVASES)	Desequilibrios territoriales de índole social y económica.	Conflictividad interregional	Ordenación territorial, planificación urbanística y gestión de la demanda. Aplicar de forma realista los análisis de coste-beneficio para estas infraestructuras.
	Facilitan la expansión de especies invasoras o que se altere la genética de las poblaciones de las especies nativas.	Hibridación entre especies y pérdida de biodiversidad genética. Desaparición de especies por fenómenos de competencia interespecífica.	Instalación de barreras que impidan el paso de fauna en los trasvases (esta solución es compleja y no es posible para cualquier tipo de especie, de hecho algunas de las más dañinas son imposibles de retener de esta forma dado el minúsculo tamaño de sus huevos o estadios larvarios).
	Disminución de los caudales que llegan al mar por parte de los ríos.	Reducción de los aportes de nutrientes y sedimentos a los deltas y zonas de desembocadura, con la consecuente alteración de estos ecosistemas.	Gestionar la demanda de agua para impedir la dependencia de estas infraestructuras.

**FOTO 3.21**

La imagen del arroyo La Jordana (Málaga), ilustra claramente el impacto ambiental y acoso del urbanismo sobre los cauces fluviales.

**FOTO 3.22**

Una imagen del impacto de la ejecución de obras de infraestructuras en el río Laou en Marruecos. (c) Tony Herrera.

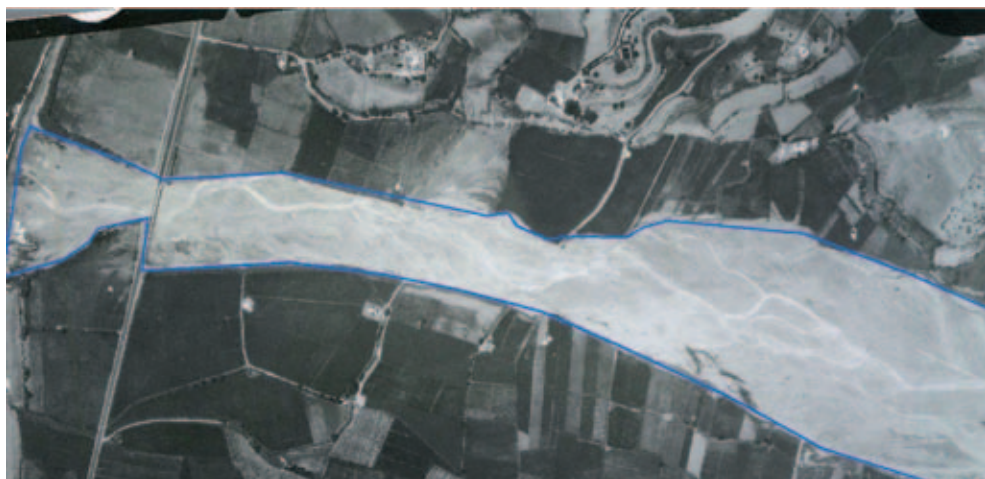


FOTO 3.23 y 3.24

Imágenes aéreas que muestran el arroyo Algarrobo, en la comarca de la Axarquía malagueña, en 1.966 (arriba) y 2.007 (abajo). Puede apreciarse con claridad la ocupación del espacio fluvial por construcciones y usos agrícolas. Montaje cedido por Rafael Yus.

3.3 CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CAUCES

3.3.1. El cambio de paradigma

En España, la visión convencional predominante, alejada del concepto de gestión ecosistémica y anterior a la aparición de la Directiva Marco del Agua (DMA) europea en el año 2000, también ha marcado la forma en que se ha venido entendiendo hasta ahora la conservación de ríos. Las Confederaciones Hidrográficas responsables de la gestión de los cauces, al entender como su principal tarea la de gestionar un recurso, el agua, y no un ecosistema, el río, no han ido muy lejos en la preocupación por la conservación. Las prioridades hasta hace pocos años han sido las de captar el mayor recurso posible para los aprovechamientos humanos, vigilar que este recurso pueda estar disponible y controlado, y velar para que los cauces mantengan la máxima capacidad de desagüe de las crecidas y avenidas extraordinarias. Desde esta vieja concepción de la gestión, las tareas de verdadera conservación han sido residuales o puntuales, en la mayor parte de los casos relativas al mantenimiento de algunas especies piscícolas de interés económico o ante las demandas de los colectivos de pescadores. Lo que ha primado, al margen de la construcción, gestión y mantenimiento de todo tipo de infraestructuras de almacenamien-

to, abastecimiento y riego, han sido las limpiezas de cauces sin criterios ecológicos, dejando el curso del río como un canal desprovisto de cualquier tipo de vegetación y la construcción de escolleras, canalizaciones y motas para defensa frente a la erosión y las inundaciones.

Sin embargo, como ya se ha comentado, la irrupción de la DMA supone todo un cambio de paradigma en lo que a gestión de las aguas se refiere en Europa. Dicha directiva impone una gestión ecosistémica y prioriza la conservación real como una garantía de disponibilidad del recurso en el futuro. Esto ha supuesto que las administraciones de las cuencas hidrográficas tengan ahora encomendadas tareas muy diferentes a las que habían tenido hasta hace muy poco, como gestionar y conservar los ecosistemas fluviales, velar por la sostenibilidad de los aprovechamientos y por la recuperación de los costes económicos de las nuevas infraestructuras. El cambio en estas administraciones está siendo muy lento, pero es palpable, y si bien hay que exigir aún que se produzca el giro definitivo en la gestión, pues quedan demasiadas resistencias, hay que reconocer igualmente el esfuerzo realizado. Para ello, uno de los cambios que ha de producirse es la incorporación de nuevos perfiles profesionales, bioló-

gos, ambientalistas, ingenieros de montes y agrónomos, etc., capacitados para asumir buena parte de las tareas que la DMA encomienda a los organismos gestores de las cuencas fluviales.

En Marruecos ese cambio de paradigma hacia un modelo de gestión ecosistémico aún no se está produciendo, sin embargo, sí que se están iniciando en los últimos años multitud de iniciativas para abordar los problemas de gestión de las aguas residuales, en paralelo a otros proyectos de mejora y garantía de los abastecimientos y del regadío. La población está muy diseminada en el territorio y esto dificulta enormemente la tarea, pues como ya hemos visto en apartados anteriores, abordar la contaminación o alteraciones difusas es un problema de más difícil solución. Actualmente el país está desarrollando gran parte de los proyectos necesarios mediante la coope-

ración internacional, especialmente con países europeos como España. Sin embargo, se corre el riesgo de que el interés de las grandes empresas constructoras por la tarta económica que generarán las grandes presas, trasvases, depuradoras y desaladoras que se proyecten, no permita que afloren otros intereses en juego y fundamentales como la conservación del propio recurso que se pretende gestionar y todos los servicios ecosistémicos asociados. Marruecos tiene una gran oportunidad para gestionar bien su patrimonio natural, ya que gran parte de las infraestructuras que necesita el país no se han construido aún y por tanto es posible anteponer criterios ambientales en dichos proyectos para salvaguardar la integridad de dicho patrimonio, que por otro lado representa sin duda el futuro a medio y largo plazo para el país.



FOTO 3.25

Esta imagen de un cauce fluvial en Fes (Marruecos) muestra hasta dónde puede llegar la desnaturalización y el deterioro y contaminación de los cauces fluviales. En este caso se combinan la canalización con la contaminación. (c) Núria Bonada.

3.3.2. De la “limpieza de cauces” a la “conservación y mantenimiento de cauces”

Una vez conformados los equipos técnicos necesarios y reconsideradas las prioridades presupuestarias, las administraciones de las cuencas fluviales podrán afrontar la importante tarea de la “conservación y mantenimiento de cauces” como concepto alternativo a las habitualmente demandadas “limpiezas de cauces”. Efectivamente, además de gestionar la demanda de agua y las infraestructuras necesarias para sus aprovechamientos, los organismos encargados de la gestión de las cuencas fluviales deben velar por la conservación del recurso y todos sus servicios ecosistémicos asociados.

3.3.3. Conservación y mantenimiento de cauces

3.3.3.1. Diagnóstico y planificación

Lo primero que ha de plantearse en cualquier administración responsable de la conservación de una cuenca fluvial es tener un diagnóstico detallado del estado de toda la red de ríos, arroyos, ramblas, torrenteras, etc. Este diagnóstico, insistimos, desde el punto de vista de la conservación, debe abarcar diferentes aspectos y dimensiones:

- Ocupaciones y usos del suelo.
- Demandas de agua existentes y sistemas de captación y almacenamiento.
- Análisis de presiones e impactos (IMPRESS).
- Estado de los acuíferos asociados a la cuenca fluvial.
- Planes de ordenación territorial y urbanísticos.
- Estado de calidad ecológica de las aguas y las riberas (índices biológicos, de calidad de riberas, etc.).
- Estado geomorfológico del cauce y descripción de la dinámica fluvial de los principales cursos de agua.
- Estado de la calidad físico-química de las aguas.
- Inventario de infraestructuras y evaluación de las que estén obsoletas, en desuso o puedan llegar a estarlo en el futuro.
- Inventario de los espacios naturales que se encuentren dentro o en contacto con la cuenca fluvial.

- Inventario de las reservas fluviales declaradas en los Planes Hidrológicos de Cuenca o por cualquier otra figura de protección de ríos que pudiera existir.
- Inventario de las posibles especies de fauna y flora de especial interés dentro de la cuenca, tales como endemismos, especies protegidas o con alguna consideración de vulnerabilidad en las listas oficiales existentes (Directiva Hábitat, leyes nacionales, regionales o listas internacionales como la Lista Roja de Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza-UICN, etc.).

La cantidad de aspectos que hay que estudiar, analizar y valorar es amplia, pero es una tarea necesaria dada la cantidad de servicios ecosistémicos en juego y la necesidad de mantenerlos garantizando la conservación y su disponibilidad futura. Es importante que cada uno de los aspectos citados se realice con rigor, para lo que será necesario dotar y mantener las partidas presupuestarias oportunas.

Una vez que todos los datos están en poder de la administración, habría que desarrollar un plan de actuaciones para subsanar los problemas detectados y un seguimiento periódico de todos los parámetros para poder establecer tendencias, controlar si mantienen sus niveles adecuados en el tiempo, y así detectar la aparición de nuevos conflictos o problemas y si los existentes se van corrigiendo según lo estipulado. Esto es groso modo en lo que debe consistir la gestión en lo que a conservación se refiere. Cabe decir que la tarea es muy compleja, que abarca el entendimiento entre diferentes disciplinas y profesionales, y que debe incorporar en todo momento mecanismos de información y participación públicas. Sin embargo, el objeto de este libro no es el redactar un manual de gestión de cuencas fluviales, por lo que profundizaremos solamente en los principales aspectos que más inciden sobre la conservación, estableciendo algunos consejos y recomendaciones.

3.3.3.2. Las escolleras, canalizaciones y limpiezas de cauces

El medio fluvial, en condiciones naturales, cuenta con unos mecanismos que hacen innecesaria la ejecución de las habituales operaciones de limpieza. Sin embargo, la presencia de infraestructuras sobre los cauces, y la progresiva alteración del régimen hidrogeomorfológico y de los usos del suelo en sus márgenes, han tenido como consecuencia un incremento exponencial de estas actuaciones. A su vez, para proteger las márgenes desprovistas de vegetación que quedan a merced de los procesos erosivos, se ha extendido

la práctica de construcción de escolleras de piedras y en el peor de los casos, de las canalizaciones de hormigón que impermeabilizan el cauce. Estas acciones dan lugar a la que se ha denominado rueda de intervención convencional en los ríos, que junto con otro tipo de acciones como los dragados, rectificaciones del cauce, etc., generan un círculo vicioso de deterioro y nunca se terminan de solucionar los problemas.

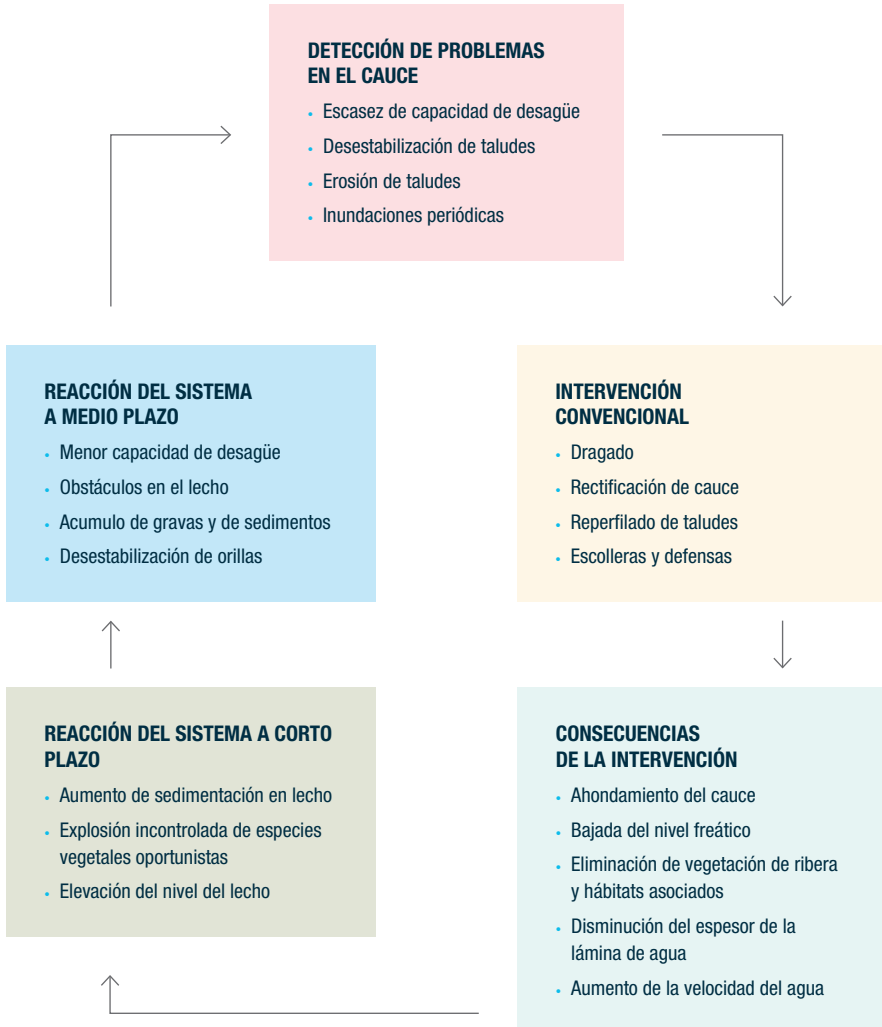


FIGURA 3.2

La rueda de la intervención convencional en los ríos. Fuente: Jaso, C.; Sorolla, A. y Herrera, A. CEDEX, 2006. Manual Técnico de Restauración Fluvial.

El problema fundamentalmente radica en que una vez que hemos invadido el espacio fluvial con usos diversos, estos alteran la dinámica natural y por otro lado esos usos suelen ser incompatibles con los procesos naturales de autoregulación de los ríos o con el tiempo que estos requieren. La propuesta de solución debe partir de un análisis a la inversa del problema y en lugar de cuestionarnos las acciones del río que nos molestan, debemos cuestionarnos si las acciones que llevamos a cabo interfieren en la dinámica fluvial. No obstante, debemos ser realistas y dado que la mayor parte de los espacios fluviales están invadidos por multitud de usos e infraestructuras humanas, serán numerosos los casos en los que sea inevitable la alteración de los procesos hidromorfológicos naturales y por tanto debemos encontrar soluciones intermedias.



FOTO 3.26 y 3.27

Operaciones de limpiezas de cauces efectuadas en ríos de Málaga con maquinaria pesada en las que se retira de forma poco selectiva la vegetación, se eliminan islas de gravas naturales depositadas por el río y por tanto se alteran los procesos geomorfológicos y se favorecen los fenómenos erosivos. (c) Oscar Gavira.

Cuando sea necesario hacer limpiezas de vegetación en los cauces estas deberán ser selectivas, y aunque no puede descartarse que en ocasiones sea necesario emplear maquinaria pesada, se favorecerán siempre que sea posible los trabajos manuales realizados por operarios que deberán estar bien formados y especializados. De esta forma en lugar de arrasar con toda la vegetación, incluidas en ocasiones las márgenes, se deberán seleccionar las masas y especies vegetales que deben sanearse mediante podas o desbroces. Por otro lado, con estas medidas podremos favorecer la creación de empleo, al incrementarse la mano de obra necesaria, y sin que los presupuestos tengan que incrementarse, pues el coste de la maquinaria es elevado.

IMPACTOS

- 1. Fuerte incremento de los procesos de erosión lateral y en el propio lecho del cauce
- 2. Destrucción de la vegetación de ribera
- 3. Anulación de los procesos de regeneración de las comunidades vegetales ribereñas
- 4. Destrucción de microhábitats
- 5. Reducción acusada de la biodiversidad
- 6. Impacto negativo sobre especies animales que pueden estar protegidas o en peligro de extinción
- 7. Incremento de especies oportunistas algunas de las cuales pueden ser perjudiciales para los intereses humanos
- 8. Fuerte empeoramiento del estado ecológico (incumplimiento de la Directiva Marco del Agua)
- 9. Aumento de las puntas de velocidad de corriente
- 10. Anulación de procesos morfodinámicos (transporte, sedimentación, etc.)
- 11. Impacto paisajístico
- 12. Generación de conflicto social entre quienes rechazan y apoyan estas actuaciones (suelen estar poco consensuadas)

TABLA 3.6
Principales alteraciones e impactos provocados por las limpiezas de cauces convencionales.

Si observamos con detenimiento, en los ríos mediterráneos la mayor parte de los problemas de obturación de infraestructuras los producen las acumulaciones de cañas invasoras (*Arundo donax*). Esta especie invade los cauces, sobre todo si la vegetación natural de ribera está alterada o existe un exceso de nutrientes en las aguas por algún tipo de contaminación (procedente de la agricultura, aguas residuales urbanas principalmente). Las cañas son prácticamente imposibles de eliminar una vez que la especie se ha asentado. Los múltiples experimentos desarrollados muestran que su eliminación nunca es absoluta y el coste de estas acciones puede ser tremendamente elevado. Por tanto, lo que proponemos es controlar a esta especie con desbroces continuados y con acciones que favorezcan la implantación de la especies autóctonas del bosque de ribera.

Sobre todo hay que actuar desde el origen del problema y con criterios de prevención, recuperando en la medida de lo posible el régimen natural de caudales (las crecidas naturales de los ríos no regulados eliminan y controlan esta especie invasora sin necesidad de realizar intervenciones) y mejorar la calidad de las aguas.

Respecto a la construcción de canalizaciones y escolleras, éstas deben evitarse siempre que sea posible, y realizarse sólo en casos absolutamente



FOTO 3.28 y 3.29

A la izquierda se muestra una gran zona de ribera y llanura de inundación fluvial ocupada por la caña (*Arundo donax*), especie invasora. A la derecha puede verse la acumulación de estas cañas en el cauce, lo que puede acabar obturando las vías de desagüe de puentes, carreteras, etc., provocando desbordamientos o procesos erosivos puntuales muy intensos. (c) Evelyn García.

necesarios, en los que la presencia de viviendas o infraestructuras ya consolidadas en el espacio fluvial tenga que protegerse. En esos casos, se intentará en primer lugar sustituir estas estructuras con fuerte impacto ambiental por actuaciones de bioingeniería (ver capítulo de restauración de ríos), muchos más blandas e integradas ambientalmente. Por otro lado se intentará alejar estas estructuras del borde del cauce lo máximo posible (cuando se construyen justo al borde de las riberas, además de causar un impacto ambiental mucho más elevado sobre los ríos y las riberas, pone en mayor riesgo a la propia estructura construida ante las crecidas y avenidas).

3.3.3.3. Diseño de las intervenciones de conservación y mantenimiento de cauces

El diseño de las intervenciones de conservación y mantenimiento de cauces debe incluir las siguientes actividades:

- Detección del tramo que exige una actuación de limpieza, tratamiento silvícola, revegetalización, estructural, etc.
- Diagnóstico, que incorpore el análisis del origen de la alteración, y la identificación de los mecanismos de desarrollo de esta alteración, de cara a su remediación posterior. Asimismo, deben estudiarse las posibilidades

de actuación y la justificación final de la intervención a medio y largo plazo, aspecto éste que a menudo se obvia en los tradicionales proyectos de limpieza de cauces, en los que prima el análisis de las operaciones a corto plazo.

- Ejecución acorde con las funciones de la administración hidráulica y con los objetivos ambientales de las masas de agua.
- Evaluación de la actuación desarrollada: posible necesidad de nuevos diseños y planteamientos.
- Seguimiento y mantenimiento: prioridad a los procesos continuados de mejora, frente a las operaciones puntuales más agresivas sobre el medio.

Las tareas de conservación y mantenimiento de cauces comprenden, por lo general, algunos de los siguientes trabajos:

- Movimientos de tierra (dragados, recogida de fangos generados por vertidos, actuaciones estructurales puntuales, etc.).
- Eliminación de restos vegetales acumulados.
- Podas y otros tratamientos silvícolas.
- Eliminación de macrófitas.
- Eliminación de especies alóctonas* invasoras.
- Recogida de basuras.
- Actuaciones de bioingeniería para aceleración de procesos de restauración y consecución de objetivos estructurales con mínimo impacto ambiental.

Cada uno de estos aspectos presenta diferentes beneficios y afecciones sobre el medio fluvial (especialmente en el caso de los movimientos de tierra). Cuanto mayor sea el tramo de actuación y más intensas las intervenciones, estas afecciones pueden ser más importantes. Teniendo en cuenta la fragilidad de los sistemas fluviales, resulta aconsejable apostar, como se ha dicho, por intervenciones de menor intensidad, pero más continuadas en el tiempo. Entre las principales afecciones ambientales de la realización de este tipo de trabajos destacan las enumeradas a continuación:

- Pérdida de zonas de refugio y reproducción para fauna acuática y terrestre.
- Alteración de la cadena trófica.
- Impulso a la entrada de especies vegetales invasoras y oportunistas.
- Incremento de erosión local tras las operaciones de limpieza, alteración de procesos sedimentarios.

- Aumento de problemas fitosanitarios de las especies arbóreas tratadas.
- Desconexión progresiva del cauce con sus márgenes.
- Compactación de las riberas por el paso de maquinaria.

Se entiende que para evitar en la mayor medida posible estas afecciones las intervenciones que requieran operaciones de movimiento de tierra y dragados deberán estar justificadas por la mejora ambiental que a medio o largo plazo éstas vayan a producir. El diseño y planificación de las operaciones de mantenimiento y conservación de cauces deberá realizarse a escala de cuenca en un primer término, y considerando en su conjunto cada cauce específico. Para facilitar este análisis previo, proponemos el uso de cartografía (a la escala adecuada para cada caso), en la que deben quedar reflejados los problemas existentes en cada tramo (incisión del lecho, erosión lateral, presencia de especies de vegetación alóctona invasora, etc.). De esta manera podrán relacionarse, por ejemplo, problemas de erosión en un tramo concreto con acciones de dragado en un tramo aguas abajo, y corregir este hecho eliminando los dragados y restaurando el tramo, en lugar de querer actuar consolidando los taludes para evitar la erosión.

También es importante destacar que la conservación fluvial pasa por la sensibilización y educación ambiental a la población, con especial intensidad a los pobladores ribereños o que puedan verse más afectados por la gestión que se realice en una determinada cuenca fluvial. Igualmente, es necesario establecer mecanismos de verdadera participación ciudadana, dotada de la correspondiente partida presupuestaria, que no sólo se limiten al período de elaboración de los Planes Hidrológicos.



FIGURA 3.3

Portada y reproducción de una página interior del “Cuaderno de Gea”, un manual didáctico para profesores y alumnos elaborado por miembros de la asociación local JARA (Coín), y desarrollado en torno a un estudio del río Grande (Málaga) realizado por la Fundación Nueva Cultura del Agua. (c) FNCA/ASOC. JARA.

3.3.3.4. Dragados

Como se ha visto, estas operaciones deberían ser excepcionales, y llevarse a cabo exclusivamente cuando una determinada alteración ponga en riesgo a la población o a la dinámica natural del cauce. En la tabla 3.6 se reflejan los principales elementos a evaluar y tener en cuenta a la hora de abordar este tipo de intervenciones:

EN RELACIÓN A LAS COMUNIDADES DE FAUNA ACUÁTICA, EN ESPECIAL A LAS COMUNIDADES PISCÍCOLAS

1. Existencia de ejemplares jóvenes de peces (huevos, alevines, juveniles) en la zona de actuación durante el dragado.
2. ¿Incrementa el dragado los sedimentos en suspensión hasta niveles que puedan afectar a la fauna acuática?
3. ¿Aumentan las condiciones ambientales (por ejemplo, una elevada temperatura del agua o sedimentos finos con alto contenido orgánico) el efecto de los sedimentos en suspensión?
4. ¿Cuál es la probabilidad de que los peces realicen la freza antes de que las posibles crecidas reconfiguren la topografía establecida tras el dragado?
5. Si los huevos son depositados en las zonas de estériles, ¿cuál es la probabilidad de que fluyan caudales con capacidad para transportar material durante el periodo de incubación?
6. ¿Cuál es la estabilidad de las zonas dragadas en relación a las áreas naturales de freza?
7. ¿Son las áreas potenciales de freza tan escasas que muchos peces pueden realizar la freza en las zonas de estériles?
8. ¿En qué medida altera el dragado de manera significativa los procesos geomorfológicos básicos para el buen estado de la fauna acuática?
9. Posibles sinergias negativas entre los efectos negativos del dragado sobre las poblaciones piscícolas y los de otras operaciones o actividades que se lleven a cabo en el entorno fluvial.

EN RELACIÓN A LA ESTABILIDAD DEL CAUCE

1. ¿En qué medida puede verse alterada la topografía original del cauce, en especial la morfología y tamaño de los materiales en los rápidos y remansos por el dragado?
2. ¿Se incrementará la erosión en las orillas como consecuencia del dragado?
3. ¿Puede el cauce reconstruir su morfología original tras varias crecidas?
4. ¿Afectará el dragado a los restos vegetales de gran tamaño y a otros materiales rugosos que tengan efecto sobre la morfología del cauce?
5. ¿Cuál es el alcance de los efectos morfológicos, y cuál es la posición relativa de los dragados en relación a zonas inestables del cauce?
6. ¿En qué medida otros factores, como la regulación del régimen del río, pueden interactuar con los efectos propios de los dragados?

TABLA 3.6 Principales elementos a considerar en la planificación de actuaciones de dragado.

3.3.3.5. Tratamientos silvícolas

En un río que disponga de un espacio suficiente y de una dinámica natural, el bosque de ribera no necesita ningún cuidado especial para desarrollarse y mantenerse. La mejor gestión que puede hacerse en este caso es no intervenir. Una intervención estará justificada entonces, en el momento en que el río no cumpla sus funciones o no responda a los objetivos que le han sido asignados a través de los planes hidrológicos de la cuenca. En ese caso, la gestión tendrá que ser considerada como un factor de mejora.

En general, las intervenciones están justificadas por la necesidad de ampliar la sección de desagüe del cauce, pero esto no debe evitar que la gestión se haga preservando al máximo los ecosistemas y la biodiversidad del río. Por este motivo, la gestión deberá ser coherente con el conjunto de las funciones de la vegetación (estabilización de las márgenes, valor paisajístico, interés biológico, etc.). Es importante que se considere la evolución que tendrá la vegetación a corto, medio y largo plazo, y las intervenciones de mantenimiento deberán planificarse a medio plazo.

Se relacionan a continuación una serie de buenas prácticas para los tratamientos silvícolas de las formaciones vegetales de ribera:

- Selección de las épocas adecuadas, evitando los períodos de mayor desarrollo de los tejidos durante la primavera o el verano.
- Reducir al máximo la entrada de maquinaria pesada en las zonas más sensibles.
- Las podas han de tener en cuenta el tipo de arbolado y su estructura anatómica, evitando la presencia de muñones o de cortes excesivamente cercanos al tronco. Cabe destacar que las especies vegetales de ribera se encuentran, por lo general, mal adaptadas a las podas.
- Las formaciones vegetales han de recibir un tratamiento integrado, de forma que se evite la desconexión entre ellas y el desequilibrio de su composición.
- En los clareos, la apertura del dosel arbóreo debe ser progresiva, evitando puestas en luz súbitas de las zonas ribereñas. Una puesta en luz rápida conduce a una irrupción casi de inmediato de las especies oportunistas que proliferan en zonas bien soleadas y que tapizan el suelo, impidiendo la regeneración del bosque de ribera natural de la zona.
- Es importante diferenciar las especies helófitas* en función del carácter autóctono/alóctono y de sus funciones ecológicas. Es frecuente el tratamiento de cañas (la especie invasora *Arundo donax*), carrizos y eneas o espadañas de forma similar, cuando éstos últimos cumplen unas funciones ecológi-

* Glosario de términos. Pág. 120

cas mucho más importantes que las cañas. Los carrizales y espadañares pueden ser importantes zonas de refugio y reproducción para los peces y las aves ligadas al medio acuático.

3.3.3.6. Prevención y eliminación de taponamientos de la vegetación

En las tareas de mantenimiento de cauces generalmente se eliminan los tapones y las zonas de sedimentación acusada. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que estos frenos hidráulicos localizados constituyen medios nuevos privilegiados para la fauna acuática, proporcionándoles zonas de refugio, de freza para peces, alimentación, e incluso de transición entre el medio acuático y el aéreo (fundamental para muchos invertebrados acuáticos). La decisión de la retirada de un tapón deberá partir de la realización de una gestión razonada. En cada caso, deberán evaluarse los riesgos de la no intervención y decidir si es realmente necesaria la eliminación del obstáculo para facilitar un buen desagüe del curso de agua o para asegurar la estabilidad de las orillas.

3.3.3.7. Especies invasoras

Por su enorme interés, ya se ha tratado específicamente la problemática y gestión de la caña (*Arundo donax*), una de las principales especies invasoras de los ríos mediterráneos. También es frecuente encontrar en nuestros ríos la presencia de especies arbóreas introducidas en el bosque de ribera. Es el caso de los ailantos (*Ailanthus altissima*), los arces negros (*Acer negundo*), las robinias (*Robinia pseudoacacia*), clones de chopos (*Populus nigra*), eucaliptos (*Eucaliptos* sp.), etc. Estas especies deben eliminarse de forma selectiva y progresiva, evitando generar grandes claros en la masa arbórea.

En el caso de la fauna, la diversidad de especies invasoras y sobre todo de sus diferentes mecanismos de llegada, reproducción, dispersión, etc., dificultan un tratamiento sencillo y resumido con los que cubrir los objetivos de este libro. Citamos a continuación algunas de las especies principales, más extendidas y que causan mayor impacto y alteración sobre los ecosistemas. No obstante, la lista de especies es mucho mayor y desgraciadamente debe actualizarse continuamente. Destacan las siguientes:

Invertebrados

Procambarus clarkii (cangrejo rojo o cangrejo americano), *Dreissena polymorpha* (mejillón cebra), *Corbicula fluminea* (almeja de río asiática) y *Potamopyrgus antipodarum* (caracol del cieno).

Peces

Carassius auratus (pez rojo o carpín), *Cyprinus carpio* (carpa), *Ameiurus melas* (pez gato negro), *Silurus glanis* (siluro), *Esox lucius* (lucio), *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris), *Sander lucioperca* (luciooperca), *Micropterus salmoides* (perca americana o Black bass), *Gambusia holbrooki* (gambusia)

Reptiles

Trachemys scripta (galápagos americano)



FOTO 3.30

Ejemplar de cangrejo rojo o cangrejo americano (*Procambarus clarkii*). (c) Tony Herrera.

En general, la mejor forma de prevenir y controlar a la mayor parte de las especies invasoras es mediante el mantenimiento de un régimen ecológico de caudales, que reproduzca crecidas ordinarias y extraordinarias aunque los ríos estén regulados.

3.3.3.8. Recogida de basuras

Para los trabajos de eliminación de basuras de origen humano proponemos tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Aumentar el control y sanción por parte de administraciones hidráulicas y establecimiento de campañas de sensibilización. Resulta aconsejable aumentar la vigilancia sobre las actividades que de manera más notable producen la acumulación de residuos y basuras en los cauces, con objeto de sensibilizar a la población sobre los inconvenientes que esto supone para el buen estado del río y para la buena calidad de las aguas.

- Promover actividades de educación ambiental y voluntariado fluvial. El respeto por el medio fluvial debe incrementarse mediante la activación de campañas de educación y voluntariado ligado a los ríos, como se ha venido haciendo con otros aspectos del medio natural.
- Aumento de las facilidades para el vertido en zonas cercanas, no ligadas al medio fluvial, y que cuenten con una gestión efectiva de los residuos. La acumulación de basuras en el entorno de los ríos suele estar focalizado en zonas de vertido incontrolado, muy habitualmente de escombros de construcción. Por esta razón, resulta necesario adoptar medidas de control de estos vertidos **y depósitos incontrolados, a través de la instalación de puntos de vertido controlado en zonas cercanas (puntos verdes), de forma que se aliente un cambio de conducta de los responsables de los mismos.**

FOTO 3.31

Aspecto de acumulación de basuras durante el período estival en un pequeño arroyo temporal. (c) Tony Herrera.



3.4 FIGURAS DE PROTECCIÓN DE RÍOS

A nivel internacional existen diferentes figuras creadas específicamente con el objetivo de dar protección a los ríos. Una de las más conocidas es la figura de “río escénico” utilizada en EE.UU, creada sobre todo para proteger ríos que discurren en estado “salvaje” por regiones muy despobladas. Otros países como el Reino Unido y Hungría tienen figuras interesantes, existiendo ríos y humedales declarados como “lugares de especial interés científico”, por sus altos valores ambientales y su singularidad. En otros países como Francia, Suiza y Suecia, existen figuras por las cuales se prohíben ciertos aprovechamientos (presas, aprovechamientos hidroeléctricos, etc.) en cursos fluviales con cierta importancia ambiental. En España no existían figuras de protección exclusivas para ríos salvo las creadas por alguna comunidad autónoma, como Castilla La Mancha (Refugio de Pesca y Reserva Fluvial) o Cataluña (Reserva Genética de Truchas), hasta que a raíz del nuevo reglamento de planificación hidrológica (R.D. 907/2007) y su correspondiente instrucción técnica, se definiera la figura de “reserva natural fluvial” para que cada cuenca definiera estos espacios en su proceso de planificación. Esta normativa no establece las restricciones que tendrán esos espacios y se limitan al dominio público hidráulico, con lo que no parece el instrumento adecuado para una verdadera protección de espacios fluviales más amplios, al menos en el actual estado de desarrollo legislativo. Las comunidades autónomas con cuencas transferidas, como es el caso de Andalucía o Cataluña, tendrían capacidad de dar protección a una franja mucho más amplia que el dominio público hidráulico, sin embargo en las cuencas dependientes del estado, la posibilidad de ampliar el espacio protegido dependerá de acuerdos entre la administración estatal y la autonómica, lo que resultará algo más complejo. En Andalucía, el Área de

Medio Ambiente de la Diputación de Málaga encargó en 2009 un trabajo a una consultora, en el que participó el autor de este libro, con la intención de proponer alguna figura de protección para ríos en la comunidad autónoma. Como resultado del estudio, se propuso la creación de tres figuras:

Reservas fluviales de biodiversidad (RFB):

Requisitos:

- Caudal no regulado.
- Libres de presas y demás infraestructuras lineales o transversales.
- Elevada biodiversidad o existencia de endemismos .
- Orillas y ecosistemas bien conservados (estado ecológico ‘muy bueno’ según la Directiva Marco del Agua).
- Ausencia de contaminación significativa.

Objetivos:

- Protección integral.
- Ríos y tramos representativos de los principales ecosistemas andaluces.

Reservas fluviales paisajísticas (RFP):

Requisitos:

- Aunque exista alteración humana, los valores socio-ambientales, paisajísticos y culturales requieren su protección.
- Ecosistemas bien conservados (estado ecológico ‘bueno’ según la DMA).

Objetivos:

- Conservar y potenciar el peso cultural y patrimonial de los ríos andaluces.
- Restauración, siguiendo la Estrategia Andaluza de Restauración de Ríos.

Corredores fluviales (CR)

Requisitos:

- Se valorará su utilidad como corredor ecológico entre espacios de alto valor ambiental (RENPA o LIC).

Objetivos:

- Creación de una red de corredores fluviales.

De la propuesta que se formuló cabe destacar su incidencia en la protección de los caudales, mediante la revisión y limitación de las concesiones y autorizaciones.

Aunque estos trabajos se han divulgado en algunas presentaciones y jornadas, a fecha de hoy nada ha fructificado en este sentido. Sí que se consiguió en aquel entonces, cuando precisamente se estaba redactando la nueva ley de aguas de Andalucía, que se recogiera un artículo que dejase abierta la posibilidad a la creación de reservas fluviales en la comunidad autónoma, casándolo a la vez con la figura de “reserva natural fluvial” establecida por la instrucción de planificación hidrológica citada anteriormente.

Sin duda, la protección de los ríos es aún una tarea pendiente en la mayor parte de los países, abordada en algunos casos con timidez y cierto grado de sometimiento ante los poderosos intereses en torno al recurso “agua”. En opinión del autor de este libro, la conservación al menos de los pocos tramos fluviales que nos quedan en estado prístino, es otro de los grandes retos en los que habrá que avanzar sin duda en los próximos años.

Artículo 21. Reservas fluviales

El consejo de Gobierno, a propuesta de la Consejería competente en materia de aguas, podrá reservar determinados cauces fluviales o masas de agua para la conservación de su estado natural, para la protección de su biodiversidad, paisaje y patrimonio fluvial y su valor como corredor fluvial ecológico. El establecimiento de la reserva supondrá la limitación parcial o completa de autorizaciones o concesiones sobre el dominio público hidráulico reservado.

Los planes hidrológicos de demarcación incorporarán las referidas reservas, cuyas necesidades ambientales de caudales tendrán la consideración de restricciones previas a los usos del agua.

FIGURA 3.4

Reproducción del artículo 21 de la ley de Aguas de Andalucía.

04.

RESTAURACIÓN DE RÍOS



4.1 ¿QUÉ ES Y QUÉ NO ES RESTAURACIÓN FLUVIAL?

A menudo se ejecutan proyectos e intervenciones en los espacios fluviales que se difunden y publicitan como proyectos de restauración fluvial, pero que realmente no lo son. A veces se utilizan fondos que se disponen desde las diferentes administraciones a tal efecto, con el objetivo de la restauración, pero que en pocas ocasiones acaban realmente en actuaciones y obras que respondan a lo que sería una verdadera restauración fluvial.

Restaurar consiste en recuperar un sistema natural eliminando aquellos impactos o alteraciones que lo degradan, permitiendo así que se reinstauren los procesos y equilibrios naturales que permiten que dicho sistema funcione de forma auto-sostenida en el tiempo. En el caso de un río se trataría de recuperar todos los procesos, funciones y servicios ecosistémicos que hemos descrito o comentado en capítulos anteriores (dinámica, resiliencia, biodiversidad, caudales líquidos y sólidos, servicios ecosistémicos, etc.).

Para que un río recupere todas sus funciones (verdadera restauración) principalmente debe recuperar dos cosas: el régimen natural de caudales y el espacio fluvial. Finalmente, también hará falta tiempo.

Como podemos imaginar, dada la ingente gama e intensidad que cobran los intereses que se movilizan



FIGURA 4.1
Esquema conceptual de la restauración, rehabilitación o actuaciones de maquillaje fluvial.

sobre el espacio fluvial (infraestructuras, agricultura, urbanismo, recreo, etc.) y aquellos relacionados con los usos del agua (abastecimiento, agricultura, industria y recreativos principalmente), la verdadera restauración resulta prácticamente utópica, pues rara vez podremos disponer de un régimen natural de caudales y del espacio fluvial en toda la extensión que le correspondería al río.

Aceptando esta realidad, no por ello debemos renunciar a la restauración fluvial, ni debemos permitir que ésta esté basada en actuaciones de maquillaje o marketing, con objetivos meramente estéticos, paisajísticos o encaminados al uso público exclusivamente.

Es posible diseñar y redactar proyectos encaminados a recuperar el mayor número posible de las funciones y procesos naturales de los ríos, que si bien posiblemente no restaurarán por completo el tramo fluvial sobre el que estemos interviniendo a unas condiciones de naturalidad total, si que podrán conseguir mejoras importantes. Éstas serán más significativas cuanto más cantidad de impactos y alteraciones hayamos conseguido eliminar. En algunos casos, cuando hay una necesidad de que los efectos de una actuación de restauración se aprecien con la mayor prontitud posible, podemos incidir en cierto modo sobre la componente “tiempo”, realizando determinadas intervenciones que permitan acelerar o dirigir en cierto sentido la restauración. Dichas intervenciones pueden ser plantaciones o actuaciones de bioingeniería que reconducirán o acelerarán la recuperación de las riberas.

Podemos resumir todo lo anterior argumentando que es muy difícil hacer una verdadera restauración fluvial, sobre todo cuanto más antropizado esté el territorio de la cuenca, pero sí es posible realizar una rehabilitación realista, o mejora ambiental de los ríos, eliminando impactos y recuperando en la medida de lo posible un régimen ambiental de caudales y el espacio fluvial.

4.2 OBJETIVOS DE LA RESTAURACIÓN FLUVIAL Y LA MEJORA AMBIENTAL DE CAUCES

4.2.1. Participación

Como punto de partida de cualquier proyecto de restauración fluvial, y dado que es muy posible que éste afecte a numerosos intereses en juego en ocasiones confrontados entre sí, es necesario considerar la participación como una pieza previa clave en el proceso. En la mayoría de las ocasiones, el éxito de las actuaciones que se lleven a cabo dependerá en buena medida del grado de consenso social y de cómo se haya desarrollado el proceso participativo. La participación es por tanto una forma de incrementar la calidad y las garantías de futuro de nuestro proyecto.

A través del proceso participativo debemos obtener respuesta a la pregunta: ¿Qué río queremos?, lo que nos ayudará a establecer los objetivos de nuestra restauración. Igualmente, es importante que la participación se mantenga en las diferentes fases de redacción, ejecución, mantenimiento y seguimiento del proyecto. Es recomendable que el proceso también se acompañe de acciones de información, sensibilización y educación ambiental, que permitan que los actores sociales ejerzan su participación con mayor conocimiento de causa.

4.2.2. La restauración fluvial como proceso

Siguiendo con el desarrollo de la filosofía de lo que ha de ser la restauración fluvial, cabe destacar que ésta debe ser entendida como un proceso. Esto ayuda a comprender que se requiere cierto tiempo, a lo largo del cual se llevarán a cabo las actuaciones u obras concretas (proyectos), partiendo de los objetivos establecidos para la restauración y estableciendo las prioridades de dichas actuaciones y su programación temporal. A través del proceso de restauración se abordarán tanto las etapas previas de la participación, información, sensibilización y educación ambiental, como también las mo-

dificaciones oportunas que los sucesivos proyectos requieran a partir de la respuesta que el río vaya dando a nuestras primeras actuaciones. Esto es importante ya que no podemos olvidar que el río es un elemento dinámico del territorio y sobre el que siempre existirá cierto grado de incertidumbre. Es evidente que el planteamiento de un proceso de restauración fluvial en una cuenca sólo podrá producirse cuando exista una fuerte y clara demanda social y una voluntad firme por parte de las administraciones, principalmente la responsable de la gestión de la cuenca.

4.2.3. Objetivos de la restauración fluvial

Como hemos visto no siempre será posible ir hacia una verdadera restauración ecológica, en la que los objetivos estarían muy claros: recuperar el régimen natural de caudales y el espacio fluvial para el río, eliminando impactos y alteraciones como la contaminación, etc. Sin embargo, en los procesos de restauración sí que tendremos que establecer los objetivos claros de cada proyecto de rehabilitación o mejora ambiental.

El objetivo general debería ser la recuperación de las funciones y procesos de la dinámica y los ecosistemas en la mayor medida posible, dentro de la realidad ambiental, socioeconómica y de usos del suelo de la que partamos en cada territorio. Para ello debemos calibrar nuestros objetivos particulares en los siguientes aspectos:

1. Dinámica fluvial

Es un aspecto primordial establecer el régimen ambiental de caudales que mantendrá no sólo buena parte de la biodiversidad que potencialmente podría albergar el río o tramo sobre el que actuemos, sino que también condicionará el grado de recuperación de los procesos geomorfológicos. Es fundamental recuperar el máximo posible del espacio fluvial para el río, liberándolo de ocupaciones, obstáculos, etc.

2. Biodiversidad

Cuanto más ambicioso sea el objetivo de recuperación ecológica del río en nuestro proyecto, mayores posibilidades de aumentar el potencial de biodiversidad generaremos. En este sentido, será importante tener en cuenta especialmente las especies que se conozcan que puedan tener algún estatus de protección o interés especial, para priorizar su protección y recuperación. También es importante considerar la posibilidad de eliminar especies inva-

soras o controlar sus poblaciones gracias a las actuaciones de restauración. Por ejemplo, estableciendo un régimen ambiental de caudales adecuado en ríos que han estado regulados, podemos contribuir a eliminar (o cuando menos a controlar) las poblaciones de caña (*Arundo donax*) o de especies de peces alóctonas. Finalmente, debemos considerar la oportunidad que puede ofrecer nuestro proyecto de restauración fluvial para mejorar la conectividad entre los espacios naturales del territorio.

3. Resiliencia

Cuanto más ambiciosa sea la recuperación de los procesos naturales en nuestro río o tramo fluvial objeto de restauración, mayor capacidad de resiliencia estaremos ganando. Esto permitirá que el curso fluvial tenga a su vez mayor capacidad de auto-recuperarse ante determinadas perturbaciones que puedan acontecer, tales como crecidas naturales o alteraciones de origen antrópico.

4. Compatibilidad con la situación ambiental, socioeconómica y de usos del territorio

Es fundamental conocer la realidad territorial en todas sus vertientes para que logremos un proyecto de restauración o rehabilitación con objetivos realistas y alcanzables, que lo hagan verdaderamente sostenible y con garantías de éxito.

5. Paisaje

La restauración fluvial puede ser una buena vía para mejorar, potenciar y revalorizar el paisaje en un territorio.

6. Valores patrimoniales y afectivos

El río no sólo es un espacio capaz de albergar complejas funciones geomorfológicas y ecológicas, biodiversidad, recursos naturales, etc., sino que también existe un importante patrimonio cultural y etnográfico ligado a nuestros ríos que podremos mantener y recuperar a través de los proyectos de restauración fluvial. Igualmente podemos potenciar el río como espacio para la ciencia, el ocio, y sobre todo para las emociones y el desarrollo de la creatividad.

7. Legislación

No podemos olvidar que en muchas ocasiones el estado de nuestros cursos fluviales no cumple con las actuales exigencias del ordenamiento legal vigente. Los proyectos de restauración fluvial pueden ser una excelente oportunidad para abordar este problema y regularizar la situación de partida.

8. Problemas de inundaciones

Actualmente son muchos los países europeos que vienen desarrollando proyectos de restauración fluvial con el objetivo principal de evitar o paliar los efectos desastrosos y los graves perjuicios económicos causados por las inundaciones que provocan las crecidas de los ríos. La mayor parte de estos proyectos se basan en recuperar espacio fluvial para la inundación del río en tramos aguas arriba de donde se producen los principales problemas. De esta manera se generan zonas de amortiguación o búfer, en las que se deja que el río inunde todo el espacio fluvial (eliminando defensas y obstáculos), y recuperando su naturalidad, lo que favorece que los problemas de la crecida desaparezcan o aminoren aguas abajo. En la región mediterránea de Europa y Norte de África, este tipo de proyectos cobran mayor interés dada la acusada torrencialidad de la mayor parte de los cursos fluviales. Sin embargo, hasta el momento no existen experiencias destacables que puedan servir de ejemplo y es un reto que con seguridad se tendrá que abordar en los próximos años.

9. Empleo

Tanto los proyectos de restauración o rehabilitación fluvial como las tareas de conservación y mantenimiento de los ríos son una fuente de empleo nada despreciable. Sobre todo si tenemos en cuenta que los proyectos deben tener una continuidad en el tiempo (mantenimiento y seguimiento). Tanto las tareas propuestas en este libro para el mantenimiento y conservación de cauces como para las actuaciones de rehabilitación o mejora ambiental de ríos, requieren una mano de obra muy abundante y especializada, frente a otros proyectos de defensa contra inundaciones, canalizaciones, etc., en los que priman las partidas presupuestarias de maquinaria pesada y materiales constructivos.

4.3 PRINCIPALES ACCIONES QUE PUEDEN INCORPORAR LOS PROYECTOS DE RESTAURACIÓN O REHABILITACIÓN FLUVIAL

Ya hemos analizado algunos de los principios que deben regir la forma de abordar un proyecto de restauración o rehabilitación fluvial para establecer sus objetivos. En este apartado detallaremos algunas de las principales acciones que se pueden llevar a cabo.

1. Recuperar el espacio fluvial (también denominado territorio fluvial) o parte del mismo

Es decir, se trata de recuperar espacio de libertad para el río, para que este pueda ejercer su dinámica con el mínimo de constricciones posibles a su acción. A veces la diagnosis para determinar con exactitud el espacio fluvial resulta compleja y requiere de estudios de cierta envergadura. En este tipo de actuaciones debemos apoyarnos en las fotografías y datos históricos.

Existe bibliografía (en el capítulo de bibliografía de este libro citamos algunos trabajos de Alfredo Ollero Ojeda, que pueden consultarse para obtener información detallada) en la que se describen diversas metodologías para llevar a cabo este tipo de estudios que requiere de técnicos cualificados.

2. Instaurar un régimen ambiental de caudales

Esta medida será imprescindible en cualquier proyecto de restauración fluvial e idónea cuando se trate de rehabilitar o mejorar ríos regulados o que sufran algún tipo de alteración de su régimen natural de caudales. No siempre es fácil establecer un consenso, pues pueden existir grandes intereses enfrentados. Pero si nuestro proyecto no está adecuado al régimen de caudales puede resultar un fracaso. Por ejemplo, hay muchos casos de intervenciones que han llevado a cabo plantaciones para recuperar la vegetación de ribera y que han dilapidado el dinero público invertido al no existir las crecidas y los niveles de caudales que mantienen las necesidades hídricas de estas especies.

3. Eliminación de defensas y limitaciones al desbordamiento

Tanto las barreras transversales en el cauce, que interrumpen la continuidad en el eje del río, como aquellas que impiden la conectividad de éste con sus llanuras de inundación deben ser un objetivo básico en un proyecto de restauración. Existen muchos azudes y pequeñas presas en desuso que pueden ser eliminados. En EE.UU, por ejemplo, incluso se están derribando grandes presas para recuperar ríos, ante el cambio de las demandas y prioridades sociales y las mejoras en la gestión y control de los usos del agua. Igualmente, en los casos en los que estas infraestructuras siguen operativas con concesiones irreversibles, o bien porque por su antigüedad y singularidad supongan un patrimonio a valorizar y conservar, se puede optar por soluciones como las escalas para peces o los *bypass* para recuperar la conectividad. Finalmente, también es posible eliminar motas y defensas frente a la inundación llegando a acuerdos con los propietarios ribereños o mediante compensaciones económicas. Si estas infraestructuras no pueden eliminarse, a veces es posible retranquearlas y alejarlas de las riberas para dar algo más de espacio al río y sus crecidas.

4. Establecimiento de bandas protectoras del cauce (*buffer-strips*)

Consiste en establecer bandas de vegetación de ribera en los bordes de los cauces cuyas principales funciones son retener nutrientes y otras sustancias procedentes de terrenos agrícolas o de escorrentías de infraestructuras y retener sedimentos. Actúan, por lo tanto, como filtros verdes de depuración. El ancho de estas bandas podrá ser variable en función de los requerimientos y objetivos que establezcamos, pero en cualquier caso debe promoverse que se conformen estructuras de bosque de ribera con la máxima naturalidad posible, evitando plantaciones lineales y potenciando la variabilidad de especies.

5. Plantaciones

Aunque en un proyecto utópico de verdadera restauración fluvial debería ser el río el que de forma natural restableciera las comunidades vegetales en toda su llanura de inundación, como ya se ha argumentado en este libro, es posible acudir puntualmente a las plantaciones para acelerar estos procesos o favorecerlos. Deben elegirse muy bien las especies y las formas de plantación, así como destinarse recursos suficientes a un mantenimiento prolongado que garantice el éxito de las mismas.

6. Potenciación e incremento de la diversidad de microhábitats

Otra de las actuaciones características que se suelen llevar a cabo es la regeneración de microhábitats que favorecen a la biodiversidad. Un ejemplo muy común es la creación de zonas de freza para los peces. También es posible gestionar los tramos fluviales para permitir la existencia de restos de vegetación muerta y en descomposición o diferentes granulometrías de gravas, que amplíen los refugios y alimentos para la fauna. Estas últimas opciones sólo se llevan a cabo en proyectos de mejora o rehabilitación puntuales, ya que en los proyectos en los que se gana libertad para la dinámica fluvial el río generará por sí solo todos estos espacios.

7. Recuperación de la biodiversidad

Es posible a veces reintroducir especies que habían desaparecido en un determinado lugar. Esto se hace frecuentemente en los ríos con algunas especies de peces, de las que se suelen introducir ejemplares juveniles o incluso huevos fecundados e incubados en el propio río (caso de las truchas).

8. Rehabilitación de tramos urbanos

En estos casos, aunque tengamos que renunciar a muchos de los objetivos de una verdadera restauración, es posible conseguir mejoras en los procesos y funciones naturales de los ecosistemas. Por ejemplo, facilitando que exista diversidad de microhábitats y zonas de refugio para diferentes especies de invertebrados o peces. Igualmente, potenciando la vegetación de las márgenes y el uso de especies autóctonas que imiten en la mayor medida posible la comunidad vegetal que existiría en el estado natural, etc.



FOTO 4.1 y 4.2

Muestra del estado previo y final de una intervención con técnicas y materiales de bioingeniería en un arroyo en suelo urbano con fuertes problemas de erosión. En este caso se sustituyó una canalización de hormigón por una mejora ambiental con técnicas mucho más integradas ambientalmente. (c) MEDIODES, Consultoría Ambiental y Paisajismo, S.L.

9. Mejora de tramos canalizados

Estas operaciones de “maquillaje en verde” de estructuras altamente impactantes pueden obtener importantes mejoras en la biodiversidad que albergan estos tramos y en la propia calidad de las aguas. Los objetivos siguen estando bastante alejados de la verdadera restauración, pero se pueden obtener mejoras ambientales y recuperación de procesos naturales significativos.



FOTO 4.3, 4.4 y 4.5

Actuación de mejora ambiental mediante “maquillaje” con materiales y técnicas de bioingeniería de un encauzamiento con una estructura de hormigón denominado ArmorFlex. (c) MEDIODES, Consultoría Ambiental y Paisajismo, S.L.

4.4 LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA NATURALÍSTICA Y BIOINGENIERÍA EN PROYECTOS DE REHABILITACIÓN Y MEJORA AMBIENTAL DE RÍOS

Como hemos visto, cuando asumimos que es imposible eliminar todos los impactos o factores que alteran el funcionamiento de la dinámica natural de un cauce, entonces es cuando tenemos que optar por los proyectos de mejora ambiental o rehabilitación, que si bien no deberían llamarse de restauración fluvial, si que deben aspirar a recuperar o conservar parte de las funciones y procesos ecológicos del sistema fluvial. Existen igualmente otras actuaciones que buscan minimizar el impacto de acciones de las cuales somos conscientes que van a alterar e impactar sobre los cauces fluviales y sus dinámicas. Independientemente del debate social sobre el cuestionamiento o necesidad de dichas actuaciones, cuando éstas se realicen, técnicamente debemos abordarlas de forma que se empleen las técnicas menos impactantes posibles. En

todas estas situaciones cobran sentido las técnicas de ingeniería naturalística y de bioingeniería, que pretenden obtener objetivos estructurales, con cierto control sobre la libertad del cauce, pero con un mínimo impacto en los ecosistemas y su funcionalidad. Un ejemplo claro sería la sustitución de encauzamientos de hormigón o escolleras por otros encauzamientos denominados comúnmente “blandos”, basados en las técnicas de bioingeniería, que si bien van a restringir en buena medida la dinámica natural del cauce, conseguirán mantener en mayor grado sus funciones ecológicas. Estas técnicas también se aplican para “maquillar” actuaciones impactantes y lograr cierta integración ambiental de las mismas, pero la posibilidad de su uso no debe servir en ningún caso para justificar la ejecución de tales actuaciones.

4.4.1. La bioingeniería aplicada a la restauración de ríos y riberas

La bioingeniería aplicada a la restauración y regeneración ambiental de ríos consiste en el uso de las plantas vivas o partes de éstas, conjuntamente con otros materiales naturales biodegradables (madera, rocas, mantas y redes orgánicas, etc.) y otros sintéticos generalmente fotodegradables (geotextiles, redes y geomallas de polipropileno, etc.), incorporando y aprovechando los elementos locales (topografía del suelo, microclima, etc.) para conseguir objetivos estructurales en una actuación de restauración fluvial. Algunos autores prefieren el uso del concepto de ecoingeniería (ingeniería ecológica) que incidiría sobre el hecho de que se trata de técnicas de ingeniería adaptadas a la conservación de los ecosistemas. Hablamos también de ingeniería naturalística cuando exclusivamente se utilizan las plantas (vivas o como madera para construir estructuras).

La bioingeniería, además de cumplir con objetivos estructurales, es un motor que facilita y acelera los procesos naturales de estabilización de márgenes y restauración de los ecosistemas fluviales en aquellas ocasiones (la mayoría de ellas en la práctica), en las que resulta imposible asumir los costos y plazos que supondría dejar que la naturaleza actúe por sí misma. Una diferencia evidente entre la ingeniería convencional y la bioingeniería es que en la primera priman los objetivos de control sobre la naturaleza para obtener escenarios estáticos (se imponen unas capacidades de caudales, espacio y otros condicionantes al río que generan un fuerte impacto sobre los ecosistemas y procesos naturales). En el caso de la bioingeniería, se pretende por el contrario actuar desde una visión integrada, que no renuncia al dinamismo fluvial, al río como ente vivo que evoluciona, aunque sí se modifican los plazos y a veces se pretende también dirigir determinados aspectos de dicha dinámica para obtener cierto grado de control y capacidad de predicción.

La bioingeniería tiene la posibilidad, no sólo de cumplir con objetivos estético-paisajísticos y de recuperación de los ecosistemas fluviales, sino que además es una buena forma de alcanzar objetivos estructurales manteniendo buena parte de la dinámica fluvial. Por tanto se conforma como una herramienta idónea aplicada a la rehabilitación fluvial. También se presta como herramienta muy útil en proyectos de naturalización de intervenciones de carácter más duro, donde las alteraciones (o parte de ellas) que han modificado el cauce son irreversibles o socialmente irrenunciables.

No es el objetivo de este libro describir cada una de las técnicas concretas de bioingeniería que se utilizan en el ámbito fluvial, no obstante haremos una clasificación sencilla de las mismas. En la bibliografía hemos recogido algunas fuentes que pueden ser consultadas para profundizar en ellas.



FIGURA 4.2

Diagrama en el que se muestra la diferencia conceptual entre la ingeniería convencional y la bioingeniería, aplicadas ambas a la restauración fluvial.



FOTO 4.6

Imagen de una intervención con técnica de trenzado o tunicaje vivo. (c) MEDIODES, Consultoría Ambiental y Paisajismo, S.L.

4.4.1.1. Técnicas de ingeniería naturalística

Se trata de aquellas técnicas que utilizan material vivo y materias primas (troncos, piedras, tierra, etc.). La planta viva aporta la base de la estructura necesaria a largo plazo. Entre estas técnicas las más habituales son: plantaciones, estaquillados, estoconado, trasplantes de rizomas, cobertura de ramas, trenzado vivo, fajinas vivas, ribaltas, enrejado y entramado vivo, muros krainer, deflector vivo, etc.

4.4.1.2. Técnicas de ingeniería biofísica

Junto con las anteriores son las que se aplican con mayor frecuencia. Utilizan material vivo conjuntamente con productos elaborados (redes, geosintéticos, etc.). Entre las más conocidas o utilizadas figuran: aplicación de mantas y redes orgánicas, geomallas, geoceldas, rollos de fibra de coco estructurados (biorrollos o fiber roll), gaviones flexibles cilíndricos o laminares (rock roll), gavión combinado con biorrollo, enfajinados con biorrollos, etc. Se utilizan muchas combinaciones diversas de estos materiales considerando técnicas distintas.

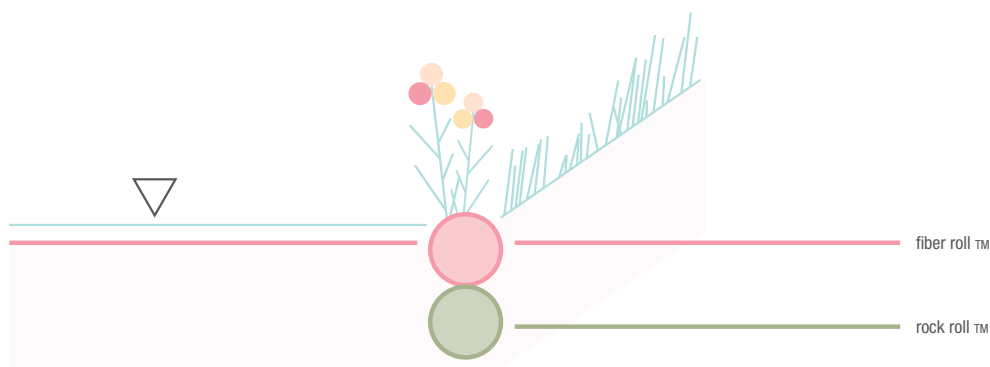


FIGURA 4.3

Esquema de la sección de una técnica de ingeniería biofísica en la que se utilizan gaviones cilíndricos flexibles, rellenos de gravas del propio río, y un biorrollo de fibra de coco estructurado en una red de yute o polipropileno. En este caso el biorrollo que se coloca ya ha sido vegetalizado previamente en un vivero. En el talud se impone una manta orgánica o geomalla de protección frente a la erosión.



FOTO 4.7 y 4.8

Imágenes correspondientes a una actuación de naturalización de un canal en el que se ha empleado la técnica descrita en el esquema de la figura 4.3. (c) AQUANEA, S.L.

4.4.1.3. Técnicas de ingeniería estructural vegetalizable

Se trata de técnicas más complejas desde el punto de vista constructivo, más próximas a la ingeniería convencional, pero basadas en productos fácilmente revegetalizables, donde la planta viva mejora la estructura del conjunto. Los materiales constructivos son los que aportan la base estructural requerida. Entre estas técnicas destacan los muros de tierra armada y la aplicación de estructuras diversas con gaviones flexibles o rígidos.



FOTOS 4.9 y 4.10

Imágenes de la combinación de gavión cilíndrico flexible y biorrollo. Ambos materiales deben ir cosidos en toda su extensión. (c) MEDIODES, Consultoría Ambiental y Paisajismo, S.L.

4.4.2. Elementos a considerar a la hora de planificar actuaciones con técnicas de bioingeniería

Debemos tener en cuenta ciertos factores cuando se trabaje en la elaboración de proyectos de rehabilitación fluvial basados o que hagan uso de la bioingeniería:

1. Principio de cautela

Es importante intervenir discretamente. No debemos proyectar grandes actuaciones que difícilmente puedan modificarse sobre la marcha una vez licitadas. No podemos obviar que el río es un ente vivo, dinámico, el cual siempre nos podrá sorprender en función de multitud de parámetros naturales que al decantarnos por la bioingeniería hemos decidido no mantener bajo control estricto. Es preferible actuar por fases, analizando las respuestas del río a nuestras intervenciones y modificando las propuestas de las fases siguientes, readaptándolas para obtener mayores garantías de cubrir los objetivos preestablecidos.

2. Intervenimos en un proceso y en un momento concreto

Insistiendo en el punto anterior, en una intervención con técnicas de bioingeniería asumimos que estamos interviniendo de manera concreta sobre un proceso dinámico. Por tanto, es importante estudiar en detalle la ecología del río y la dinámica fluvial (hidráulica, geomorfología, regulación, etc.), y su tendencia de evolución, antes de plantear las actuaciones de restauración.

3. Flexibilidad y adaptación a una realidad concreta

Como se deriva de los elementos anteriores, los proyectos de bioingeniería deben adaptarse a cada situación concreta, por lo que no puede hablarse de actuaciones tipo para casos tipo. Es necesario contar con técnicos con experiencia y conocer muy bien y de forma directa el terreno sobre el que se va a actuar. No es posible planificar adecuadamente las actuaciones de bioingeniería desde los despachos contando sólo con los estudios previos y la cartografía y fotos aéreas.

4. Mantenimiento y sostenibilidad de las actuaciones

Sin perder de vista que el mantenimiento de toda actuación de rehabilitación es básico y fundamental para conseguir los objetivos propuestos y por tanto el éxito de la intervención, sí podemos afirmar que una vez pasado este período, es la naturaleza la que se hace dueña de la situación y acoge nuestra actuación haciéndola parte de sí misma, integrándola en su propia dinámica. Puede afirmarse, por tanto, que las intervenciones exitosas basadas en la bioingeniería son más duraderas. No obstante, aquellos proyectos de naturalización o mejora ambiental sobre estructuras de ingeniería convencional (encauzamientos blandos, revegetalización de escolleras, naturalización de materiales basados en el hormigón, etc.), es posible que no siempre puedan alcanzar el objetivo de “autosostenimiento” y que, al igual que ocurre con la gestión de parques y jardines en las ciudades, requieran de un mantenimiento permanente, aunque mínimo si las actuaciones se diseñan correctamente.

5. Seguimiento de las actuaciones

Partiendo de la idea conceptual ya expresada en este libro de que lo más correcto es entender a los proyectos concretos como fases de los procesos de restauración fluvial, el seguimiento y evaluación de las intervenciones se hace imprescindible. Las fases sucesivas dependerán del grado de éxito y respuesta del medio a las fases previas de nuestro proyecto.

4.5 MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES

La restauración o rehabilitación fluvial carecerá de sentido si no se tiene en cuenta el mantenimiento y seguimiento de las actuaciones. Debemos evitar el despilfarro de dinero público en actuaciones con aspiraciones y objetivos muy ambiciosos en lo ambiental y ecológico, pero que de nada sirven si no se desarrolla correctamente un mantenimiento posterior.

4.5.1. Mantenimiento

El mantenimiento debe entenderse en diferentes niveles. Por un lado el mantenimiento de las actuaciones que se hayan llevado a cabo en una obra o intervención de restauración o rehabilitación, y por otro el mantenimiento en un sentido amplio, y del que ya hemos hablado en el capítulo de conservación de ríos.

En un sistema de gestión de las cuencas fluviales ideal, el mantenimiento de las actuaciones de restauración y rehabilitación a largo plazo se debe integrar en las tareas de mantenimiento habituales programadas en la cuenca. Sin embargo, pueden existir unas tareas de mantenimiento iniciales, asociadas a los proyectos concretos que se liciten. Aunque hay cierta evolución a mejor, actualmente la mayoría de los proyectos que se ejecutan son muy deficientes en sus capítulos de mantenimiento. Suponen una parte pequeña del presupuesto y suelen limitarse a riegos de plantaciones y reposición de un porcentaje determinado de las marras que se producen el primer año, y en el mejor de los casos incorporan algunos desbroces en años posteriores. El mantenimiento debe suponer una partida económica importante en el presupuesto de ejecución, que puede suponer un 20-25% del presupuesto total (aunque este porcentaje pueda ser variable e incluso superior dependiendo de cada caso). En el ámbito de la región mediterránea y norte de África, es recomendable al menos un mantenimiento específico de las actuaciones durante los tres años posteriores a la ejecución del pro-

yecto, sobre todo si se ejecutan plantaciones. Los riegos deben realizarse de forma abundante y con una frecuencia mínima de dos riegos mensuales durante los meses de junio a septiembre. De todas formas, esa frecuencia y periodicidad debería estar más sujetas a las condiciones climatológicas particulares de cada zona y año meteorológico, que a lo dictado de manera estricta por la planificación de tareas del proyecto redactado. Esto implica mayor cualificación y cierta capacidad de maniobra y responsabilidad por parte de la dirección de obra.

Pero no sólo se trata de cuidar las plantaciones (que no siempre las habrá), en las actuaciones de bioingeniería, por ejemplo, es necesario contemplar partidas alzadas para pequeñas reparaciones, sustituciones de materiales, etc., pues como hemos explicado, siempre existirá cierto grado de incertidumbre cuando actuamos sobre un elemento dinámico como el río sin pretensión de anular ese dinamismo.

4.5.2. Seguimiento de las actuaciones

Al igual que ocurre con el mantenimiento, esta tarea ya vimos en el capítulo de conservación que debe ser incorporada de forma habitual en la gestión de las cuencas fluviales. Pero también en los proyectos de rehabilitación o restauración específicos que se ejecuten se deben contemplar tareas de seguimiento durante los años de mantenimiento, incluso si es posible a posteriori, con el fin de poder evaluar en detalle el grado de éxito en la consecución de los objetivos previstos. El seguimiento nos permitirá programar o reprogramar buena parte de las tareas de mantenimiento y sobre todo aprender. Trabajar con un elementos tan complejos y dinámicos como los ríos requiere de una alta cualificación técnica, multidisciplinar, y de un aprendizaje continuo. El seguimiento debe evaluar tanto el grado de éxito de las diferentes acciones del proyecto (progreso de las plantaciones, uso de las escalas de peces o pasos de fauna, intervenciones de bioingeniería, grado de efectividad del régimen de caudales implantado, etc.), como la evolución general de los parámetros que afectan a la dinámica fluvial y funciones de los ecosistemas (comportamiento geomorfológico del río, evolución de las formaciones vegetales de ribera, calidad biológica y físico-química de las aguas, etc.).

05.

USO PÚBLICO Y PUESTA EN VALOR DE RÍOS



5.1 USO PÚBLICO Y PUESTA EN VALOR DE RÍOS. CUESTIONANDO LOS “PARQUES FLUVIALES”

Los importantes valores que albergan nuestros ríos como lugares para el ocio, el recreo y las emociones, para el disfrute de la naturaleza y el paisaje, o por los valores culturales, patrimoniales y etnográficos que tienen asociados, son cada vez más demandados socialmente, y se están descubriendo como una forma de incremento de la calidad de vida y como recursos económico. Aunque aún de manera incipiente, cada vez son más los territorios que promueven el uso público y la puesta en valor de sus ríos, algo que a priori significa incrementar su valoración social y la percepción y conocimientos que dicha sociedad tiene de los servicios ecosistémicos que nos ofrecen. Sin embargo, y por desgracia, gran parte de los tramos fluviales se encuentran contaminados y alterados y esto dificulta el potencial de uso público. Además, esto conlleva el riesgo de que se enfoque la puesta en valor principalmente en los escasos tramos fluviales que aún mantienen un buen estado de

conservación, y donde se refugia toda su biodiversidad asociada. Por tanto, si bien potenciar el uso público de los ríos es un reto importante y puede contribuir al desarrollo de los territorios, debemos planificar y regular con rigor las acciones que se lleven a cabo en esta dirección para que la conservación de los ecosistemas y el patrimonio histórico, cultural y etnográfico no corra ningún riesgo.

En este sentido cabe comentar una tendencia que se está produciendo, al menos en España durante los últimos años, en la que muchas administraciones locales de municipios y comarcas con ríos atravesando su territorio abanderan o demandan proyectos a las administraciones de cuenca basados en la creación de “parques fluviales”. Generalmente estos proyectos implican, en el mejor de los casos, un ajardinamiento de los ríos, pero muchos de ellos implican canalizaciones, esolleras, y otras infraestructuras como paseos compactados junto a las riberas, iluminación artificial, etc.

El impacto ambiental que pueden llegar a tener estos “parque fluviales” puede ser muy importante, y lo que es peor, muchos de ellos resultan un fracaso rotundo desde el punto de vista del uso público, pues no siempre la sociedad acepta estos cambios o los asume como mejoras. Por tanto, tenemos que ser capaces de compaginar las prioridades de la conservación con los objetivos de puesta en valor y sobre todo aprovechar la oportunidad que nos ofrece la restauración fluvial, para transformar tramos de ríos degradados en corredores ecológicos que además puedan permitir el disfrute e incremento de la calidad de vida de los ciudadanos.

Conviene también señalar que de forma general, siempre tendrán un valor añadido en sí mismo aquellos proyectos de puesta en valor de los ríos que partan de diseños y planes originales, centrados principalmente en los valores propios de cada territorio. En el caso de la población local, estos proyectos pueden permitir recuperar antiguos usos de los ríos como zonas de baño o recreo.

En este capítulo pretendemos establecer unos criterios y principios que sirvan como base de orientación a los planificadores y técnicos que quieren abordar actuaciones y proyectos de puesta en valor y uso público en el espacio fluvial.



FOTO 5.1 y 5.2

Paseos fluviales con un fuerte impacto ambiental. Izquierda, río Ésera en Benasque (c) Alfredo Ollero. A la derecha el río Sabar en Alfarnatejo (c) Rafael Yus.

5.2 LA PARTICIPACIÓN COMO ELEMENTO INDISPENSABLE

Como ocurre con la restauración, o con el propio proceso de planificación fluvial en cada cuenca, la participación se hace indispensable como garantía de éxito y sostenibilidad de las acciones que se lleven a cabo. Pero tratándose de lo que tiene que ver con la calidad de vida y el potencial de ocio y disfrute de la población, la participación pública cobra aún mayor importancia. Cuando las actuaciones de puesta en valor o uso público sean puntuales, y promovidas desde fuera de los organismo gestores de las cuencas, como es el caso de muchos proyectos impulsados por entidades locales, es muy importante poner en marcha mecanismos propios para garantizar dicha participación pública, o coordinarse con los procesos participativos que pudieran existir ya en la planificación de la cuenca. Dicha participación debería partir de una información previa, bien difundida y entendible por el grueso de la población, acerca de los objetivos generales que se persiguen. A partir de ahí, es importante contar con el apoyo de técnicos especialistas en diversas materias (dinámica fluvial, ecología, economía de los recursos naturales, uso público, etc.) para establecer las posibles limitaciones técnicas, ecológicas y socioeconómicas a las actuaciones que se planteen, así como las consecuencias a corto, medio y largo plazo de las mismas. Igualmente, este panel técnico deberá asesorar durante el proceso de participación una vez que comiencen a barajarse propuestas concretas, para establecer las medidas que permitan minimizar los impactos negativos, favorecer sinergias positivas y la integración ambiental de las actuaciones.

En ocasiones, la escasa dimensión de los proyectos, o de las administraciones que los impulsan, dificultan que se pongan en marcha verdaderos procesos de participación. En este sentido, debemos insistir en la necesidad

de que sean las administraciones de las cuencas fluviales las que integren de forma coordinada estas propuestas en sus programas de medidas, haciéndolo a través de sus procesos de planificación. De lo contrario, los riesgos de realizar actuaciones con fuerte impacto ambiental y poco éxito social se incrementan, a pesar de que las intenciones y objetivos de sus impulsores fueran en un sentido contrario. Cabe la crítica, no obstante, pues así ha sucedido en muchos casos, que los organismos de cuenca no sean capaces o no dispongan de la voluntad suficiente para incorporar esas demandas y para establecer los procesos participativos adecuados. Esto es algo que, al menos a nivel europeo, gracias a la Directiva Marco del Agua, está cambiando y se está corrigiendo, pero sin duda nos queda mucho por avanzar en estos aspectos y constituye un reto para los próximos años que debemos asumir entre todos.



FOTO 5.3

Jornada de participación pública promovida por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía con diversos agentes sociales en la que técnicos que han realizado los estudios ambientales y socioeconómicos previos, exponen diversas alternativas para puesta en valor de la cuenca alta del río Guadalete (Cádiz). (c) MEDIODES, Consultoría Ambiental y Paisajismo, S.L.

5.3 PRINCIPALES ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS

5.3.1. Sostenibilidad

Los proyectos que se lleven a cabo deben tener un claro objetivo de sostenibilidad en sus tres dimensiones: ambiental, socioeconómica y temporal.

5.3.1.1. Sostenibilidad ambiental

Las actuaciones que se proyecten deben buscar en todo momento el no deterioro general de los tramos fluviales y si es posible, la mejora de los mismos, rehabilitando los tramos con toda la gama de actuaciones posibles que ya se han descrito en los capítulos de conservación y restauración de este libro. Carece de sentido un proyecto que pretenda poner en valor un espacio natural que suponga un deterioro ambiental del mismo.

5.3.1.2. Sostenibilidad socioeconómica

Como ya se ha comentado en el apartado de participación pública, la mayor garantía de sostenibilidad social y económica es que exista un consenso significativo acerca de la idoneidad de acometer nuestros proyectos. Es importante que las actuaciones combinen y equilibren los objetivos de puesta en valor para obtener recursos económicos procedentes de fuera del territorio, con los objetivos de incremento de la calidad de vida de sus habitantes. Finalmente, desde el punto de vista de la sostenibilidad económica, cabe señalar que muchos proyectos requerirán de un adecuado mantenimiento en el tiempo. Dicho mantenimiento incluirá tanto las tareas propias de la conservación fluvial, como las específicas del mantenimiento y reposición de señalizaciones, senderos, adecuaciones, paneles, caminos, etc.

5.3.1.3. Sostenibilidad en el tiempo

Muchas inversiones fracasan por no haberse contemplado la durabilidad en el tiempo de las tareas de mantenimiento. Los necesarios estudios de coste-beneficio para evaluar la rentabilidad de este tipo de proyectos deben considerar estos costes de mantenimiento como costes fijos que perduran

en el tiempo. También debe quedar bien definido quien ha de asumir la responsabilidad de la ejecución y seguimiento de dicho mantenimiento.

5.3.2. Seguridad

La puesta en valor de los recursos naturales debe considerar en todo momento la seguridad de los usuarios y visitantes. Los proyectos no sólo deberían limitarse a cumplir con la normativa existente en materia de seguridad y salud, sino que deben ir más allá y analizar los posibles riesgos específicos de cada actividad. Los elementos de seguridad más característicos a tener en cuenta son:

- Riesgos de caídas.
- Riesgos de impactos o atrapamiento.
- Riesgos por iluminación inadecuada.
- Riesgos de aprisionamiento.
- Riesgos causados por masificación o alta ocupación de los espacios.
- Riesgos frente a ahogamientos.
- Riesgos por vehículos en movimiento.
- Riesgos por la acción de los rayos.
- Riesgos derivados de las dificultades de accesibilidad.

5.3.3. Información, educación y señalización

5.3.3.1. Información

Para la puesta en valor de los recursos naturales en general, y por supuesto de los ríos y sus elementos asociados, es indispensable disponer de mecanismos y fuentes de información suficientes y eficientes. La información debe ser relativa al menos a los siguientes aspectos:

- Valores ambientales, patrimoniales, culturales, históricos y etnográficos (los que corresponda en cada caso).
- Equipamientos de uso público.
- Rutas, senderos y enclaves de interés.
- Riesgos de las posibles actividades, medidas prevención existentes y medidas de seguridad obligatorias y recomendadas.

5.3.3.2. Educación

La educación, bien entendida como un proceso continuado en el tiempo, en el caso de los proyectos de puesta en valor de recursos naturales tiene grandes oportunidades. Por un lado se puede abordar desde el propio proceso de elaboración de los proyectos, de forma general hacia la población local a través de la participación, y abriendo dicha participación a la interacción con centros educativos y formativos. Por otro lado, una vez en marcha los proyectos, es posible mantener los objetivos educativos mediante la visita de escolares, estudiantes y universitarios a la zona o instalaciones, organizando jornadas u otros tipo de eventos, profundizando en los conocimientos del entorno o inclusive, en el caso de que se ejecuten obras de rehabilitación de tramos fluviales o patrimonio, programando visitas organizadas a dichas obras.

El voluntariado ambiental también puede integrarse en los grandes proyectos de puesta en valor de los ríos, participando en diversas etapas de los mismos y mejorando así la formación y conocimientos en la materia de los voluntarios.



FOTO 5.4

Actividades educativas en el río Grande (Málaga) a cargo de miembros de la Asociación Jara de Coin. (c) Tony Herrera.

5.3.3.3. Señalización

Se trata de un elemento clave de la puesta en valor de los recursos naturales y de los ríos en particular ya que atiende a las necesidades de recepción, orientación y distribución espacial de los visitantes. También es importante una señalización eficiente como herramienta complementaria para la conservación de los espacios. Algunas administraciones locales o regionales, o entes encargados de gestionar determinados recursos naturales o patrimoniales, tienen elaborados sus propios manuales para la señalización de los enclaves y equipamientos de uso público. Dichos manuales establecen toda una serie de normas (colores, tipografía, tamaño de las diferentes señales, pictogramas, diseños, etc.). De forma generalizada cabe decir que el principal reto para el diseño de la señalización es conseguir el equilibrio entre la necesidad de ordenar y regular el espacio y las visitas, y la prevención de su impacto visual sobre el paisaje, es decir, que la señalización no debe ser insuficiente pero tampoco debe ser excesiva. Los principales tipos de señalización a usar son:

- Señales de entrada y salida.
- Señales perimetrales.
- Señales direccionales.
- Señales de localización.
- Señales de identificación de elementos singulares.
- Señales de recomendación.
- Balizas de senderos.
- Señales panorámicas.
- Señales temáticas.
- Señales de senderos.
- Señales de riesgos (incluyendo las específicas para entornos fluviales como los riesgos de crecidas provocadas por sueltas de embalses, zona inundable de riesgo para acampadas en momentos de lluvia, etc.).

5.3.4. Patrimonio cultural, histórico y etnográfico

La puesta en valor del patrimonio asociado a la presencia humana en los territorios no sólo es un recurso en sí mismo, sino que puede contribuir a fortalecer la identidad territorial de los habitantes y esto a su vez favorecer el interés de éstos por el cuidado y conservación de dicho patrimonio. Existen una gran cantidad de elementos culturales, históricos y etnográficos asociados a los ríos y sus cuencas, desde usos antiguos (zonas de baño, pesca o recreo, costumbres locales, etc.), construcciones (molinos, acequias, viejas infraestructuras hidráulicas de interés, etc.), e incluso herramientas e instrumentos.

Es importante la correcta integración de estos elementos en la puesta en valor de los ríos o tramos fluviales, pero debe buscarse al máximo posible la calidad y originalidad, pues se corre el riesgo de saturar el mercado turístico con una oferta poco diferenciada y masiva, que acabe por reducir el interés y la demanda.



FOTO 5.5 y 5.6

La pesca deportiva es una actividad muy demandada en muchos ríos, junto con el disfrute de los paisajes fluviales. (c) Tony Herrera.

5.3.5. Patrimonio natural y ecológico

Igual que en el caso anterior, es importante la calidad y la originalidad. En este sentido es conveniente potenciar, junto con grupos de especies de interés más generalizado como pueden ser los mamíferos y las aves asociadas a los sotos fluviales o zonas de estuarios y marismas, otros grupos faunísticos o comunidades vegetales. Para esto es importante generar información suficiente acerca de los valores naturales de cada lugar, que permita encon-

trar elementos diferenciadores como endemismos, o especies que aunque puedan existir en otros lugares fueron descubiertas en esa cuenca, etc. En el campo de los invertebrados cabe destacar que un grupo muy atractivo para amantes de la naturaleza y fotógrafos son las libélulas y caballitos del diablo (odonatos). Pero son muchos los ríos que cuentan con endemismos de otros grupos de invertebrados, ya sean locales o regionales, o incluso a veces especies únicas, descritas para la ciencia en esos ríos o tramos. Esto supone una gran oportunidad para esa diferenciación y originalidad que proponemos, por lo que, aunque muchas de estas especies no podrán ser vistas y disfrutadas por los visitantes, si que podemos instalar carteles y disponer de información accesible acerca de su presencia, características e importancia para el ecosistema en el que habita.

En zonas donde los valores naturales y ecológicos sean altos y singulares, podremos poner en valor estos recursos para el denominado “turismo científico”, que incluye a investigadores, taxónomos en busca de especies nuevas, grupos de prácticas de alumnos de diferentes universidades, etc.



FOTO 5.7

Ejemplar macho de libélula de la especie *Trithemis annulata*. Esta especie saltó hace varias décadas desde el norte de África a la Península, y sus poblaciones llegan actualmente al sur de Francia. (c) Tony Herrera.

5.3.6. Promoción y marketing

Una correcta puesta en valor, cuando se trata sobre todo de proyectos de cierta envergadura que pretenden aprovechar los ríos como recurso turístico, requiere de la correspondiente estrategia de promoción y marketing. Previamente es necesario conformar un producto de calidad, entendido éste como aquel que mejor satisfaga y cumpla con las expectativas de los visitantes (siempre dentro de las restricciones que impongan las propias garantías de conservación del recursos y de sostenibilidad). También hay que tener en cuenta que no todos los recursos que se ubiquen en la cuenca o entorno de un río serán atractivos desde un punto de vista turístico, aunque como ya se ha visto en otros apartados de este libro, la puesta en valor no sólo debe tener objetivos turísticos, sino que también debe primar o ser único objetivo el incremento de la calidad de vida de los habitantes del territorio. Pero volviendo al punto de vista turístico, la estrategia de comercialización desde una etapa de inicio va a resultar fundamental para el éxito a largo plazo de ésta. No es suficiente con tener un producto integrado, de calidad, singular y competitivo, sino que éste ha de saber venderse en el mercado. En este sentido será importante, si la dimensión del proyecto lo permite, generar una marca o un logotipo que incorpore los símbolos o iconos más representativos. Una vez generada esta marca habrá que posicionarla en el mercado a través de las oportunas campañas de comunicación y marketing.

En proyectos y actuaciones de pequeña escala, debe estudiarse la posibilidad de integrar los aspectos de comercialización en otros productos turísticos de mayor amplitud para obtener sinergias positivas.

5.3.7. Valoración socioeconómica

Es necesario realizar un análisis de coste-beneficio adecuado tanto si se trata de proyectos que tan sólo pretenden incrementar la calidad de vida de los habitantes del territorio como de proyectos turísticos o mixtos (este último el caso idóneo y recomendable). Estos análisis previos deben incorporar una valoración económica de los servicios ecosistémicos para que sean realmente eficaces y pongan claramente de manifiesto el valor generado con la conservación, recuperación y rehabilitación de entornos fluviales. Como se ha visto en esta publicación, la rehabilitación de tramos fluviales degradados para su puesta en valor es una buena oportunidad para compatibilizar la conservación con el desarrollo económico de los territorios. De esta forma, es posible conservar en el mejor estado posible los tramos fluviales en estado prístino o muy bueno a la vez que recuperamos para el uso público y el turismo tramos que estaban degradados. En este tipo de proyectos, además, será más fácil cuantificar económicamente los beneficios obtenidos con el proyecto, puesto que será más fácil relacionar las inversiones con las mejoras obtenidas y los ingresos. No obstante, algunos tramos fluviales de gran interés para su conservación podrán ser puestos en valor pero teniendo en cuenta en todo momento que las actividades que se desarrollen en ellos deben ser de muy bajo impacto y con poca intensidad de uso. Por ejemplo el turismo científico (que además puede mejorar el conocimiento sobre el río) o el turismo de paisaje, que no tiene la necesidad de transitar directamente por el entorno fluvial, sino que puede disfrutarse desde cierta distancia.

La valoración social que realicen los habitantes y usuarios del entorno será muy importante y debe integrarse con la valoración económica, pues sería un error limitarnos a ésta última. Algunos proyectos pueden tardar bastantes años en ser valorados positivamente por los ciudadanos, y en este sentido será importante el mantenimiento en el tiempo de las campañas de participación, educación y sensibilización.

5.3.8. Algunas consideraciones para garantizar la buena ejecución y el seguimiento de las actuaciones

De forma general citaremos algunos consejos que pueden resultar prácticos para el gestor o planificador que diseñe actuaciones de puesta en valor y uso público de ríos.

- Diversificación de elementos que se ponen en valor para generar una oferta integral y potente que resulte suficientemente atractiva.
- Aprovechar aquellos elementos que fomenten la originalidad. Este punto no se contradice con el anterior, ya que una oferta caracterizada por valores y posibilidades de uso no es incompatible con resaltar adecuadamente los aspectos singulares.
- Es importante que las actuaciones de mejora y rehabilitación del patrimonio no generen impactos ambientales significativos. En todo caso deben aprovecharse estos proyectos para incorporar mejoras en el entorno natural.
- En el caso de los ríos, realizar estudios precisos sobre sus valores de biodiversidad (especies de fauna y flora, comunidades vegetales y animales presentes, etc.) puede generar mucho valor añadido, sobre todo en el caso de los invertebrados, donde hay muchos endemismos y aún quedan muchas especies por descubrir o mejorar el conocimiento sobre su distribución.
- Debido a su escasez, el disfrute de paisajes naturales y libres de elementos artificiales es cada vez más demandado, por lo que eliminar o integrar elementos que impacten sobre la calidad paisajística puede generar también un importante valor añadido.
- En proyectos de puesta en valor con cierta envergadura presupuestaria es conveniente el seguimiento continuo mediante cuestionarios de satisfacción a visitantes y usuarios. También pueden adoptarse certificaciones de diversa índole y realizarse auditorías.

06.

**PROPUESTAS PARA
LAS CUENCAS DEL
PROYECTO IDARA**



6.1 CONSERVACIÓN

6.1.1. Guadalhorce

En la cuenca del Guadalhorce, a pesar del elevado grado de ocupación humana y de la intensidad de los usos del suelo, existen extraordinarios valores de conservación. Desde el punto de vista del paisaje y la singularidad, cabe destacar el cañón del desfiladero de los Gaitanes.

Existen afluentes como el río Pereilas o el Turón y otros muchos cursos fluviales, principalmente en las zonas de cabecera, que albergan unos valores extraordinarios y en parte aún desconocidos de biodiversidad. En concreto, algunos tramos que están siendo estudiados en cabeceras de la Sierra Alpujata, están demostrando una riqueza de invertebrados acuáticos extraordinaria. Recientemente, en el momento de redactar este libro, se ha descubierto en esta zona una nueva especie para la ciencia de nevrórtido (un insecto acuático perteneciente al orden de los neurópteros) que supone un extraordinario hallazgo, ya que sólo existen 14 especies de este grupo de neurópteros en todo el mundo y representa la primera cita para la Península Ibérica de toda la familia Nevrtoridae.

Igualmente otros grupos faunísticos cobran relevancia en la cuenca, destacando las aves, especialmente en la zona del Paraje Natural de la Desembocadura.

Sería recomendable incrementar los esfuerzos y acciones de estudio y conservación de los tramos que mantienen un buen estado de naturalidad y mayores valores de riqueza biológica.



FOTO 6.1

Larva de una nueva especie de nevrórtido descubierta en un curso fluvial de la cabecera del Guadalhorce, en la Sierra Alpujata. (c) Óscar Gavira.



FOTO 6.2

Aspecto de la zona del Paraje Natural de la Desembocadura del Río Guadalhorce. (c) Tony Herrera.

6.1.2. Vélez

Al igual que ocurre con el río Guadalhorce, los tramos y afluentes de cabecera poseen elevados valores de conservación dado el buen estado que presentan muchos de ellos. Sin embargo, no existe mucha información detallada que parta de estudios y trabajos específicos sobre la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos de la zona. En este sentido, sería necesario conocer mejor la composición de los ecosistemas acuáticos de estos ríos pues se podrían incrementar los valores de conservación, y planificar las acciones de gestión encaminadas a la preservación de los mismos. En tramos medios y bajos, sobre todo en el eje del propio río Vélez, existen proyectos para el futuro encauzamiento del río como forma de evitar problemas de inundaciones. Sería importante revisar la conveniencia de llevar a cabo estas actuaciones dentro del nuevo paradigma de gestión que hemos intentado describir en este manual. Desde el mismo, hemos intentado ofrecer otro tipo de alternativas y visiones que tendrían oportunidad de ser puestas en práctica en esta cuenca fluvial.

También existen proyectos e ideas, abordados por el Ministerio de Medio Ambiente y el propio Ayuntamiento de Vélez, que pretenden promover la rehabilitación y puesta en valor del humedal que aún existe de lo que fue en su día el delta del río. Sin duda estas actuaciones serán muy importantes para la conservación de la biodiversidad asociada a los humedales de este río.



FOTO 6.3

Aspecto de la zona de humedal asociado a la desembocadura del río Vélez. (c) Tony Herrera.

6.1.3. Loukkos

Aunque el grado de ocupación del territorio es amplio, en el caso del río Loukkos la intensidad y sobre todo el impacto causado por construcciones e infraestructuras es menor que en el caso de las cuencas de los ríos malagueños. Los mayores impactos provienen del excesivo pastoreo y extracción de leña de los montes, lo que plantea problemas de conservación y erosión en la parte media y alta de la cuenca. En la parte baja, los problemas vienen principalmente por el incremento de los regadíos (cuyo crecimiento rápido se ve favorecido por el asentamiento de grandes empresas o sectores con fuerte capacidad inversora y transformadora), y las extracciones de agua fuera de control mediante el bombeo desde pozos. También, como se ha puesto de manifiesto, cada vez son más graves los problemas de contaminación. Sin embargo, al contrario que ocurre en los ríos Vélez y Guadalhorce, donde los asentamientos humanos y los usos es-

tán ya muy extendidos y consolidados, en la cuenca del río Loukkos aún se está a tiempo de ordenar y planificar el futuro desarrollo del urbanismo, las comunicaciones, la industria y la actividad agropecuaria del territorio, con criterios de sostenibilidad y conservación. Se puede decir, desde el punto de la conservación, que el territorio de esta cuenca fluvial está en un momento decisivo en el que aún se pueden salvar muchos aspectos ambientales y patrimoniales

cuyo valor sin duda está en auge. Los beneficios económicos que en otros territorios se han obtenido a costa de un desarrollo insostenible que ha destruido de manera irreversible gran parte de sus recursos, se podrán obtener en la cuenca del Loukkos apostando por un modelo de desarrollo diferente, menos agresivo y que apueste por la conservación y potenciación de sus recursos naturales y patrimoniales.



FOTO 6.4 y 6.5

A la izquierda, ejemplar de tortuga mora (*Testudo graeca*), frecuente en las zonas medias y altas de la cuenca del río Loukkos. A la derecha, un aspecto del mosaico paisajístico aguas abajo de la presa de Makhazine. (c) Tony Herrera.



FOTO 6.6 y 6.7

A la izquierda, se aprecia como los usos industriales van invadiendo las zonas de humedal y marisma. En la imagen de la derecha se visualiza otra de las amenazas en la zona del bajo Loukkos: el desarrollo de los grandes regadíos mediante fuertes grupos y empresas inversoras. (c) Tony Herrera.

6.2 RESTAURACIÓN Y REHABILITACIÓN FLUVIAL

6.2.1. Guadalhorce

La alta ocupación del territorio y la intensidad de los usos hacen que existan numerosos tramos alterados y degradados en la cuenca del río Guadalhorce, lo que supone un alto potencial de mejora. Para incrementar la conectividad ecológica y la funcionalidad en algunos de sus cauces son numerosas las actuaciones que podrían llevarse a cabo de las que se han descrito en este manual. Entre ellas, las más prioritarias podrían ser aquellas encaminadas a recuperar la conectividad longitudinal de la franja de vegetación de ribera en las zonas donde ésta se ve interrumpida o sustituida por especies alóctonas. Sería interesante plantear algún proyecto más ambicioso de restauración que pudiese recuperar espacio fluvial en tramos medios-bajos del eje del Guadalhorce y algunos de sus principales afluentes como el río Grande, es decir, anchura para la libertad de movimientos de estos ríos. De esta forma, se podría contribuir a disminuir los riesgos y perjuicios económicos de las grandes crecidas. Resulta prioritario sensibilizar a las poblaciones ribereñas acerca de la necesidad y mayor calidad de un uso público que sea compatible con la conservación y rehabilitación de los ríos, y que no pretenda convertir sus riberas en parques ajardinados, como es una tendencia muy generalizada y frecuente en los últimos tiempos. También resultaría un gran avance que los proyectos de encauzamiento o mejora de la capacidad de desagüe del cauce, que sea absolutamente necesario abordar y que estén justificados tal y como obliga la Directiva Marco del Agua, sean revisados para abordarlos con el mínimo impacto ambiental, dando prioridad a las técnicas de bioingeniería siempre que sean viables. Otros pequeños proyectos de rehabilitación, más específicos, pueden ir encaminados a eliminar pequeños obstáculos a la conectividad longitudinal, mejorando algunos vados y otras infraestructuras. También se debería plantear la eliminación y control de especies de vegetación alóctonas, sobre todo la caña (*Arundo donax*),

principal responsable de muchos problemas de atascos en pequeños puentes y pasos de carreteras, y especies arbóreas que están incrementando su presencia en los últimos años en la cuenca del río Grande, como ocurre por ejemplo con el plátano (*Platanus* sp.). Por supuesto, el establecimiento de un régimen de caudales ambientales adecuado en los tramos regulados será imprescindible también en los objetivos de rehabilitación y mejora de la cuenca, junto con la solución a los problemas de contaminación.



FOTO 6.8

Invasión de cañas alóctonas (*Arundo donax*) en un tramo medio de río Grande. (c) Tony Herrera.

6.2.2. Vélez

En un libro como este, que promueve la conservación, mejora y puesta en valor de los ríos, las propuestas tienen que resultar ambiciosas, aun conociendo las dificultades que la realidad de los diferentes territorios comporta. En el caso del río Vélez, el potencial de mejora ambiental que presenta el tramo final, con la recuperación de más espacio para los humedales y para una franja de amortiguación entre éstos y el entorno fuertemente antropizado, es muy elevado. Así, un proyecto de recuperación de esta zona debería ganar espacio para el río y sus humedales asociados, e incluso para que la inundación en estas zonas finales, lejos de ser un problema para el hombre supusiera la recuperación de valores y una fuente de servicios ecosistémicos para incrementar la calidad de vida de los habitantes del territorio.

En otras zonas de la cuenca hay muchos tramos en los que resultaría conveniente gestionar las poblaciones de especies de vegetación invasora, así como recuperar en lo posible la conectividad longitudinal del bosque de ribera natural.



FOTO 6.9

Existen terrenos de cultivos junto al tramo bajo del río Vélez y su humedal asociado que podrían incorporarse a un ambicioso proyecto de restauración y mejora ambiental de esta zona. (c) Tony Herrera.

6.2.3. Loukkos

En el río Loukkos la degradación del espacio fluvial y las zonas de ribera en los tramos medios y altos de la cuenca se debe principalmente a la fuerte presión ganadera y sobre los recursos forestales, y también en cierta medida a los fenómenos de erosión acusados como consecuencia de esas presiones. En la parte baja de la cuenca, el territorio muestra una ocupación e intensidad de usos mayores. La alteración de los caudales por la regulación y las transformaciones, que originan el incremento del regadío, tienen su reflejo en la calidad de las aguas y de la vegetación de las riberas. A su vez, los crecimientos urbanísticos e industriales, sobre todo en el entorno de la localidad de Larache, fomentan la aparición de zonas marginales en las que el deterioro de las riberas y su entorno es muy acusado.

Por tanto, existe un fuerte potencial para el desarrollo de proyectos de restauración y rehabilitación en toda la cuenca. En la parte alta, éstos deberían enfocarse hacia la modificación en las formas de manejo y control de los recursos forestales y ganaderos, corrigiendo los procesos erosivos en el origen. Para ello, sería recomendable llevar a cabo campañas de formación y capacitación muy intensas, fomentando de la mejor manera posible el interés y la participación de los habitantes. En la parte baja, serían necesarias actuaciones más localizadas de rehabilitación de tramos fluviales, recuperando sobre todo la conectividad longitudinal y lateral del bosque de ribera. Como en otros casos, la mejora ambiental pasa por el establecimiento de un régimen de caudales ambientales adecuado y por una correcta planificación y control de las demandas de agua en el territorio.



FOTO 6.10 y 6.11

A la izquierda, zona deforestada con problemas de erosión en la cuenca media del río Loukkos. A la derecha, tramo bajo de la cuenca con las riberas fuertemente degradadas. (c) Tony Herrera.

6.3 PUESTA EN VALOR Y USO PÚBLICO

6.3.1. Guadalhorce

En el capítulo primero de este manual, señalamos la infinidad de valores históricos, patrimoniales y etnográficos presentes por toda la cuenca del río Guadalhorce, por lo que éste debe ser uno de los puntos fuertes de cualquier proyecto de puesta en valor y uso público que pretenda abordarse. Respecto a los valores naturales y de biodiversidad existentes en los tramos de ríos y arroyos de cabecera, debemos indicar que su puesta en valor ha de limitarse a zonas concretas que no pongan en riesgo la conservación de dichos valores. Como hemos señalado en el capítulo de conservación, es preferible localizar tramos accesibles y alterados en la proximidad de estas áreas, que puedan ser restaurados o rehabilitados, potenciando en ellos el uso público y ofreciendo la correspondiente información sobre las singularidades de los ecosistemas locales. En los enclaves paisajísticos se pueden realizar proyectos de mejoras en los accesos, eliminación de impactos sobre la fragilidad o singularidad del paisaje, y sobre todo de mejora de la información y señalización disponible. Sin duda, el proyecto que está desarrollando la Diputación de Málaga denominado Gran Senda de Málaga, que pretende unificar turismo, naturaleza y deporte mediante la recuperación de senderos y veredas, es una oportunidad extraordinaria para integrar en él la puesta en valor de los cursos fluviales y su patrimonio asociado.



FOTO 6.12 y 6.13

Imágenes del río Guadalhorce en uno de sus tramos mejor conservados, en la zona conocida como Los Gaitanejos. (c) Jacinto Segura.

6.3.2. Vélez

Como ya se ha puesto de manifiesto, en la cuenca del río Vélez hay muchos entornos fluviales muy característicos y diferentes entre sí, con un alto potencial para promover actuaciones de uso público (tramos de cabecera bien conservados dentro del Parque Natural de las Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama, tramos medios y entorno del embalse de la Viñuela, y delta del río en su desembocadura). Su puesta en valor enriquecería el atractivo de la comarca de la Axarquía y podría potenciar sus valores paisajísticos. En cuencas como ésta y la del río Guadalhorce, cuyo territorio presenta altas ocupaciones y usos intensivos, serán muy necesarias las acciones de educación ambiental, sensibilización y participación ciudadana.

No obstante, todavía faltan estudios específicos sobre los valores de biodiversidad de los cursos fluviales de la cuenca, que permitan conocer con más detalle las especies y comunidades presentes y cuáles pueden ser características y más representativas para contribuir a la puesta en valor.

6.3.3. Loukkos

La cuenca del río Loukkos cuenta con grandes oportunidades para la puesta en valor y el uso público. Gracias al rico mosaico paisajístico y a los altos valores naturales, patrimoniales y etnográficos aún presentes y potenciables (si se frenan a tiempo los procesos de degradación en el territorio), el río Loukkos puede ser sin duda una cuenca fluvial piloto en el desarrollo de importantes proyectos que integren la conservación y la puesta en valor de cursos fluviales. Existen numerosas zonas accesibles donde potenciar actuaciones de uso público que a su vez mejoren la calidad de vida de

los habitantes, al igual que se pueden llevar a cabo proyectos de reforestación y capacitación agraria que pueden generar mucho empleo. Es importante extremar la vigilancia en la preservación de los valores etnográficos, ya que aún se mantienen numerosos usos y actividades tradicionales. Este es, sin duda, un punto fuerte de este territorio, y su puesta en valor permitiría incrementar la calidad de vida de la población local sin que se perviertan sus costumbres y hábitos, un reto que requerirá de imaginación, originalidad y responsabilidad.



FOTO 6.14, 6.15, 6.16 y 6.17

Ejemplos de actividades tradicionales en el medio rural y de valores patrimoniales y paisajísticos con alto potencial de puesta en valor en la cuenca media del río Loukkos. (c) Tony Herrera.

6.4 ACTUACIONES DEL PROYECTO IDARA

6.4.1. Guadalhorce

En la cuenca del río Guadalhorce se han llevado a cabo dos actuaciones (ver tabla 6.1). Una de ellas en un tramo del propio eje del río Guadalhorce, ha supuesto la retirada de eucaliptos sustituyéndolas por especies arbóreas autóctonas. También se ha intervenido en las márgenes fluviales con técnicas de bioingeniería para estabilizar los taludes y se ha dotado a la zona de diversos equipamientos (paneles interpretativos, mobiliario rústico, etc.) para acondicionar la zona para uso público. La segunda intervención se ha llevado a cabo en un tramo del arroyo Los Portillos que discurre por los términos municipales de Antequera y Villanueva del Rosario. La actuación también ha generado una zona de uso público mejorando un hábitat degradado y potenciando sus valores naturales.

TRAMO	DESCRIPCIÓN	ACCIONES
Tramo río Guadalhorce	Localizado en el término municipal de Ardales, entre las presas del Conde de Guadalhorce-Guadaleba y Guadalhorce. Este tramo mantiene un caudal permanente regulado por las presas y en el se incluye el Paraje Natural Cañón del Desfiladero de Los Gaitanes. La zona de actuación comprende 740m de la margen derecha.	• Retirada de vegetación exótica, concretamente ejemplares de eucaliptos. • Repoblación con especies autóctonas, fundamentalmente fresnos. • Actuación demostrativa de contención de la erosión con técnicas de bioingeniería. • Instalación de panel explicativo de la actuación de rehabilitación y de interpretación de los valores naturales de la zona. • Dotación de equipamientos para habilitar una pequeña zona recreativa.
Tramo del arroyo de los Portillos	Situado en los términos municipales de Villanueva del Rosario y Antequera, en las inmediaciones del albergue juvenil.	• Limpieza y retirada de residuos y escombros. • Acción demostrativa de contención de la erosión con técnicas de bioingeniería. • Plantación de especies arbóreas autóctonas propias de ribera (álamos, fresnos y olmos). • Instalación de un panel interpretativo sobre los valores naturales del entorno. • Creación de pequeñas áreas de descanso junto al tramo fluvial mediante la instalación de elementos de mobiliario rústico y otros equipamientos.

TABLA 6.1

Descripción de las actuaciones demostrativas desarrolladas en el ámbito del proyecto IDARA en la cuenca del río Guadalhorce.



FOTO 6.18 y 6.19

Zona de eliminación de eucaliptos en el tramo del río Guadalhorce en Gaitanejos. (c) Jacinto Segura.



FOTO 6.20

Aspecto de la obra recién terminada en el tramo de estabilización de procesos erosivos con técnicas de bioingeniería en el arroyo de los Portillos. (c) Jacinto Segura.

6.4.2. Vélez

En el caso del río Vélez, se ha realizado una actuación demostrativa en el tramo final, desde el puente del ferrocarril hasta la desembocadura. Se han eliminado importantes masas de caña invasora (*Arundo donax*) repoblando la zona con especies autóctonas. En este caso, se ha potenciado el uso público en la zona mediante la adecuación de caminos y senderos y la instalación de equipamientos y paneles interpretativos.

TRAMO	DESCRIPCIÓN	ACCIONES
Tramo de la Desembocadura	Tramo comprendido entre el puente del antiguo ferrocarril y la desembocadura en la playa.	• Repoblación con especies autóctonas de ribera en la margen izquierda. • Desbroce de cañas y adecuación de caminos para habilitar un itinerario para personas y bicicletas. • Construcción de un observatorio de aves en el margen izquierdo en la zona próxima a la desembocadura. • Instalación de paneles interpretativos de los valores naturales y culturales de la zona. • Creación de área de descanso junto al sendero y dotación de equipamientos de mobiliario rústico.

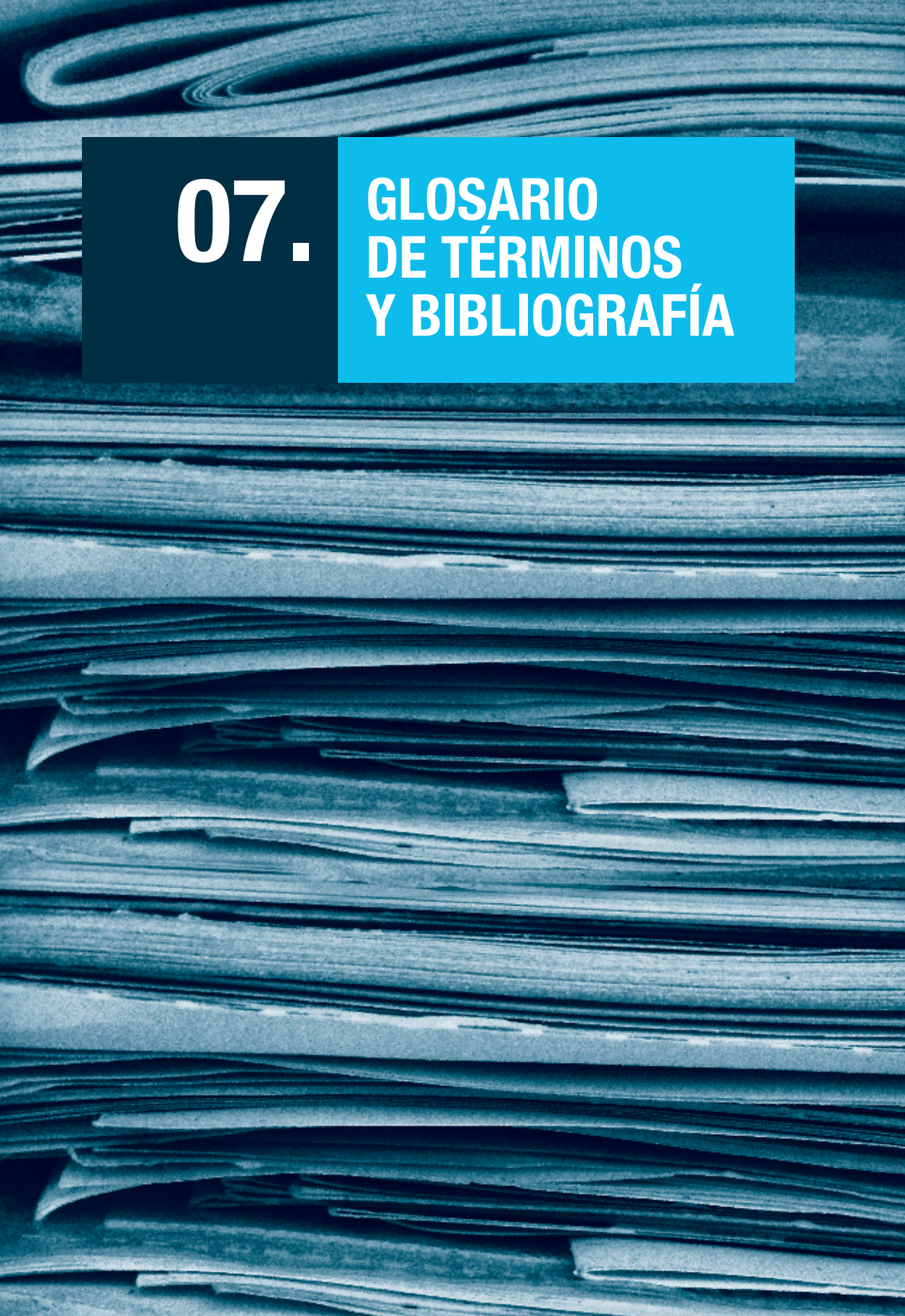
TABLA 6.2
Descripción de las actuaciones demostrativas desarrolladas en el ámbito del proyecto IDARA en la cuenca del río Vélez.

6.4.3. Loukkos

En el río Loukkos se han programado intervenciones demostrativas de mejora ambiental con técnicas de bioingeniería y se actuará en el tramo bajo del río potenciando el uso público mediante la instalación de tres observatorios de aves en la zona de humedal y marismas. También se instalará un panel informativo sobre las actuaciones llevadas a cabo.

TRAMO	DESCRIPCIÓN	ACCIONES
Tramo bajo de humedales y marismas.	Marismas, zonas inundables y meandros del curso bajo del río Loukkos.	• Actuación demostrativa de contención de la erosión con técnicas de bioingeniería. • Instalación de panel explicativo de la actuación de rehabilitación y de interpretación de los valores naturales de la zona. • Instalación de tres observatorios de aves.

TABLA 6.3
Descripción de las actuaciones demostrativas desarrolladas en el ámbito del proyecto IDARA en la cuenca del río Loukkos.



07.

**GLOSARIO
DE TÉRMINOS
Y BIBLIOGRAFÍA**

7.1 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Las palabras o conceptos incluidos en esta relación aparecen señalados con un asterisco la primera vez que se citan en el manual.

Dinámica fluvial:

Engloba el conjunto de procesos por los cuales la acción de los ríos modifica de alguna manera el relieve terrestre y su propio trazado.

Ecosistemas:

Son sistemas naturales formados por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico en el que se relacionan entre sí y con el propio medio (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat. La escala para referirnos a los ecosistemas podrá variar en función del grado de precisión que nos interese en cada caso, así podríamos distinguir entre ecosistemas marinos y terrestres, o dentro del ecosistema marino, por ejemplo, podríamos referirnos a ecosistemas de fosas marinas profundas, ecosistemas de zonas intermareales, ecosistemas de zonas coralinas, etc.

Especie autóctona y especie alóctona:

La especie autóctona o nativa es aquella que pertenece a una región o ecosistemas concretos. Su presencia en este lugar es debida a fenómenos naturales sin que haya mediado la intervención humana. Cuando una especie es llevada fuera de su región natural por el ser humano, sea consciente o accidentalmente, se considera una especie alóctona para ese nuevo lugar.

Evapotranspiración:

Es el resultado del proceso por el cual, el agua cambia de estado líquido a gaseoso, y directamente, o a través de las plantas, vuelve a la atmós-

fera en forma de vapor. El término sólo es aplicable correctamente a una determinada área de terreno cubierta por vegetación. Si no existiese esa vegetación sólo se podría hablar de evaporación.

Helófitas:

Plantas acuáticas de lugares encharcados con la mayor parte de su aparato vegetativo (hojas, tallos y flores) fuera del agua. Se localizan en los bordes de ríos, lagunas, charcas y zonas inundables no muy profundas. Suelen presentar un sistema de rizomas que permite la expansión subterránea de los individuos, que pueden colonizar rápidamente las áreas donde viven.

Nicho ecológico:

El concepto hace referencia a la ocupación o función que desempeñan determinados seres vivos en el ecosistema en el que habitan. Incluye todos los factores bióticos, abióticos y antrópicos con los que el organismo se relaciona. Dicho con un símil quizás más comprensible, es la especialidad o profesión que tiene una determinada especie en su hábitat y la manera en que ésta hace uso de los factores ambientales físicos y biológicos a su disposición para el desarrollo de sus actividades vitales. Por tanto no se trata de un espacio físico concreto, sino que es un concepto abstracto que abarca todos los factores que hacen posible encontrar a determinadas especies en un ecosistema concreto. Dependiendo de la escala a la que estemos considerando el ecosistema, así podrá también ser la escala a la que estemos considerando un nicho ecológico.

Período de retorno o período de recurrencia:

Es el intervalo medio expresado en años en el que un valor extremo alcanza o supera al valor “x”, al menos una sola vez. Así, si la precipitación máxima en 24 horas para un período de retorno de 100 años en un observatorio es de 80 mm/24 horas, significa que es posible que un fenómeno de 80 mm de precipitación en 24 horas se repita o sea superado por lo menos una vez en 100 años.

7.2 BIBLIOGRAFÍA

- **Agencia Catalana del Agua (2006).** *Directrius de planificació i gestió de l'espai fluvial*. Guia Técnica. Generalitat de Catalunya.
- **Agencia Catalana del Agua (2006).** *Implantación de la Directiva Marco del Agua en Cataluña. Análisis de presiones e impactos*. Guia Técnica. Generalitat de Catalunya.
- **De la Hera, A., Fornés, J.M. and Bermúdez, M. (2011).** *Ecosystem services of inland wetlands from the perspective of the EU Water Framework Directive Implementation in Spain*. Hydrological Sciences Journal. 56 (8): 1656-1666.
- **Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (2011).** La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Síntesis de resultados. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- **Gavira, O., Sánchez, S. Carraco, P., Ripoll, J y Solis, S. (2012).** Presence of the family Neurothidae (Neuroptera) in the Iberian Peninsula. Bol. Soc. Entom. Aragonesa. 51:217-220.
- **García de Jalón, D. (2003).** Restauración de riberas. (Benayas y otros). Asociación Española de Ecología Terrestre. Universidad De Alcalá 2003.
- **González del Tánago, M. y García de Jalón, D. (1998).** Restauración de ríos y riberas. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ed. Mundi-Prensa.
- **González del Tánago, M. y García de Jalón, D. (2007).** Restauración de Ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos. Ministerio de Medio Ambiente.
- **Haynes-Young, R.H., Potschin, M.P, de Groot, D., Kienast, F. and Bolliger, J. (2010):** Towards a Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) for Integrated Environmental and Economic Accounting. Report to the European Environment Agency. Contract No: No. EEA/BSS/07/007. Copenhagen.
- **Herrera-Grao, A. (2005).** *Aplicaciones de la bioingeniería. II Curso sobre ecología fluvial y restauración de ríos y riberas*. Madrid, CEDEX.
- **Ibarra, J., Jaso, C. (1991).** Manual para la restauración de ríos. Monografías. Departamento de Medio Ambiente Gobierno de Navarra.

- **Ibarra Jaso Consultores. (1998).** Inventario y valoración de las obras de restauración en Navarra periodo 1990-1997. Departamento de Medio Ambiente Gobierno de Navarra.
- **Junta de Extremadura. (2007).** El problema de las bioinvasiones en Extremadura. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente.
- **La Roca, F., Ferrer, G., Gual, M. and Farhad, S. (2011).** *Analysis of the present contribution of water related ecosystem services to the human well-being at the water body scale*, SCARCE-Project, Deliverable 7.1.
- **MA (Millennium Ecosystem Assessment) (2003).** Ecosystems and human well-being: A framework for assessment, Island Press, Washington, D.C.
- **MA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005).** Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington DC.
- **Magdaleno Mas, F. (2008).** Manual de Técnicas de Restauración Fluvial. CEDEX. 300 Pp.
- **Magdaleno, F. (2011).** Gestión y restauración de los bosques de ribera. *Boletín del Observatorio de la diversidad Biológica y los procesos ecológicos en el medio rural*. 3: 7-14.
- **Magdaleno, F. (2013).** Las riberas fluviales. *Ambienta*. 104: 90-101.
- **Martín Vide, J.P. (2002).** *Ingeniería de ríos*. Ediciones UPC.
- **Menchaca Martínez, D. (2010).** El sector del agua en Marruecos. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Rabat. ICEX. 92 Pp.
- **Munné, A., et al. Criteris de Gestió i Rehabilitació dels Espais Fluvials.** *Documento de aplicación de criterios según la Directiva Marco en Políticas de Aguas de la Unión Europea (2000/60/CE)*. Agència Catalana de l'Aigua. Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya.
- **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, 255pp.
- **Ollero, A., Ibisate, A. y Elso, J. (2010).** El territorio fluvial: espacio para la restauración. Notas técnicas del CIREF. N° 1.
- **Ollero, A. (2011):** Alteración de los regímenes de caudales de los ríos. In: SEO-Birdlife (Coord.): *Manuales de desarrollo sostenible*. 10. *Recuperación de riberas*, 21-22. Fundación Banco Santander, Madrid.

- **Ollero, A. (2011):** Alteraciones geomorfológicas de los ríos. In: SEO-Birdlife (Coord.): *Manuales de desarrollo sostenible. 10. Recuperación de riberas*, 22-26. Fundación Banco Santander, Madrid.
- **Ollero, A. (2011):** Sobre el objeto y la viabilidad de la restauración ambiental. *Geographicalia*, 59-60: 267-279.
- **Ollero, A. (2011):** Restauración fluvial: principios, dificultades y propuestas. La perspectiva del CIREF. *Sauce*, 5: 12-13.
- **Ollero, A.; Ibisate, A.; Horacio, J.; Ferrer i Boix, C.; Martín Vide, J.P.; Acín, V.; Ballarín, D.; Díaz, E.; Granado, D.; Mora, D.; Sánchez Fabre, M. (2011):** Indicadores geomorfológicos para el seguimiento de la restauración fluvial. *I Congreso Ibérico de Restauración Fluvial*, 346-355, MARM, CHD y CIREF, León.
- **Palmer, M. A. & McDonough, O.T. (2013).** Ecological Restoration to Conserve and Recover River Ecosystem Services. Pp. 279-300. En: *River Conservation Challenges and Opportunities*. Sabater, S. & Elósegui, A. Fundación BBVA.
- **Palmeri F. (2001).** *Manual de Técnicas de Ingeniería Naturalística en Ámbito Fluvial*. Departamento de Transportes y Obras Públicas. Gobierno Vasco
- **Sainz de los Terreros, M., García de Jalón y Rayo, D. (1991).** *Canalización y dragado de cauces: Sus efectos y técnicas para la restauración del río y sus riberas*. Edita: Diputación Foral de Álava. Departamento de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Vitoria.
- **Sterling, A. (1996).** *Los sotos, refugio de vida silvestre*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 266 pp.
- **Ureña, J.M. (1999).** *Ordenación y protección ambiental de ríos en Europa*. Universidad de Cantabria.
- **Willaarts, B.A., Volk, M. and Aguilera, P.A. (2012).** *Assessing the ecosystem services supplied by freshwater flows in Mediterranean agroecosystems*. *Agricultural Water Management*. 105: 21-31.

Sitios web recomendados:

- European Centre for River Restoration: www.ecrr.org
- Centro Ibérico de Restauración Fluvial (CIREF) : www.cirefluvial.com
- Guía Nueva Cultura del Agua: www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-agua

AGRADECIMIENTOS DEL AUTOR

A Núria Bonada por el fluir que nos une, además de ser la mejor de las consejeras y correctoras. Sus aportaciones han resultado muy valiosas.

A David Sampedro, por su ayuda en el trabajo de campo y por el aprendizaje recibido a través de su análisis del territorio como geógrafo.

A Antonio Viñas por la grandeza de su amistad y por el bello regalo de sus poemas.

A los autores que han cedido sus fotografías: Alfredo Ollero, AQUANEA, SL, Evelyn García, Fernando Magdaleno, Fernando Salas, Francisco Capell, Jacinto Segura, José Quirós, MEDIODES, Consultoría Medioambiental y Paisajismo, SL, Núria Bonada, Óscar Gavira, Patricia Carrasco y Rafael Yus.

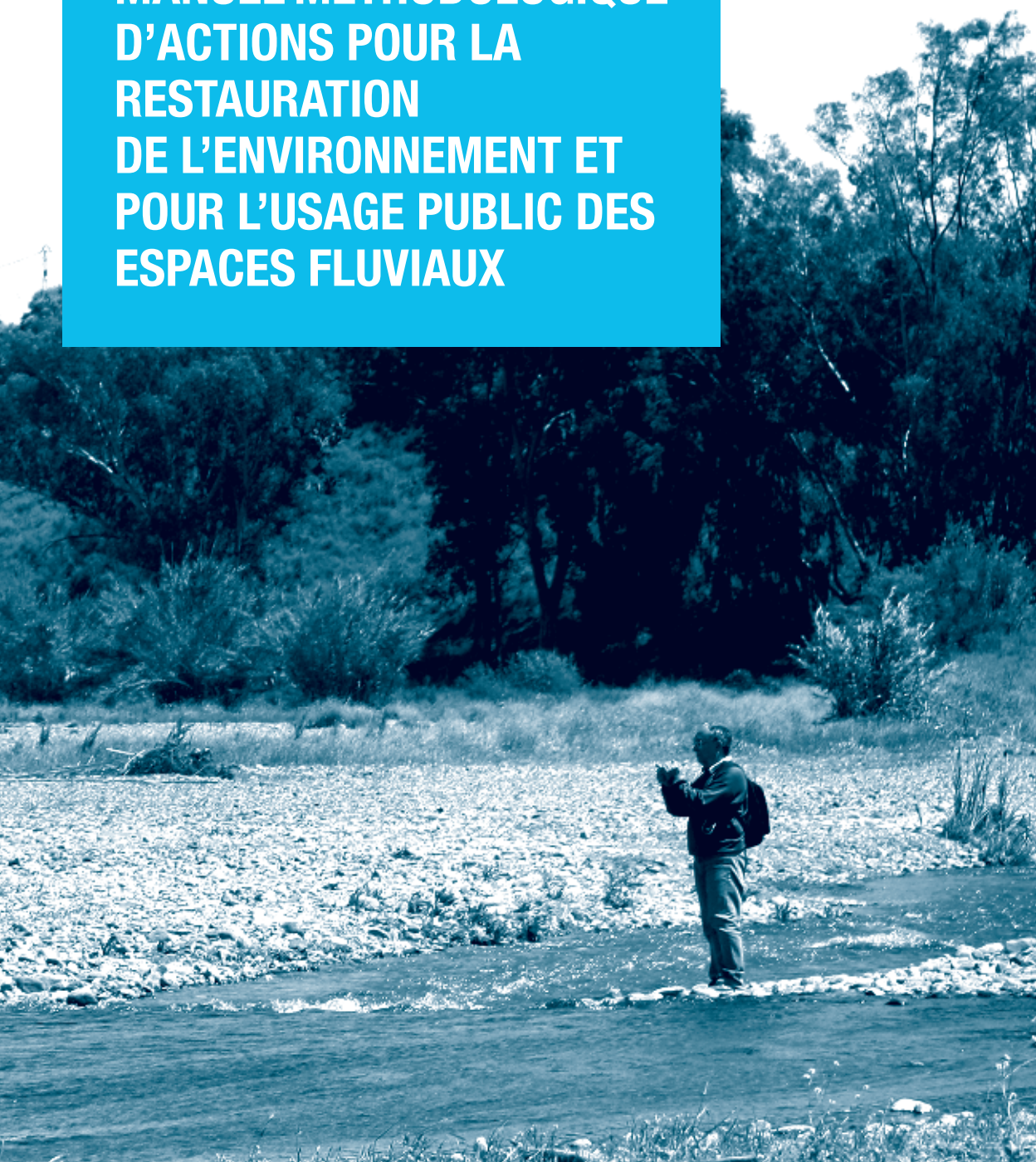


En la orilla
una piedrecita
dejada en la arena
por los cabellos
de un río

—

Antonio Viñas Márquez

MANUEL MÉTHODOLOGIQUE D'ACTIONS POUR LA RESTAURATION DE L'ENVIRONNEMENT ET POUR L'USAGE PUBLIC DES ESPACES FLUVIAUX



La rivière fidèle

Chaque année tu m'attends
Tes eaux suspendues et hésitantes.

Je remarque ton calme
Et à mon tour te convie
Immobile, sincère et obéissant,
Comme les pierres
Qui vivent en silence
Ta rumeur radoucie.

Je t'attends, tu m'attends
Loyaux et prévenants,
Toi pour me chanter
Le chant de chaque été,
Beauté en mouvement,
Moi pour la sceller de ma plume,
Axe de moulin,
Car c'est toi qui l'animes.

Nous nous attendons. Oui.
Moi émerveillé
À la vue de ces prêles des champs
Et cette jonchaie de l'enfance
Pétrifiée sur l'autre rive.
Toi éternellement fluide
Modelée à nos corps,
Nous faisant de jeunesse
Et d'amours cristallines
Au-delà de l'aurore.

—

Antonio Viñas Márquez

MANUEL DE RESTAURATION FLUVIALE

ÉDITION ET COORDINATION

Diputación de Málaga

Service d'ingénierie, Santé et Qualité
Environnementale

C/Pacífico, 54. Edificio A - Módulo D 2ª
Planta. 29004 Málaga

AUTEUR DES TEXTES

Tony Herrera Grao

Ce guide est l'un des produits finaux du
Projet européen IDARA, soutenu par la
Diputación de Málaga dans le cadre du
Programme opérationnel de coopération
transfrontalière – Espagne – frontières
extérieures (POCTEFEX), financé à hauteur
de 75% par le FEDER

Édition d'octobre 2013

Dépôt légal: MA-2059-2013

Impression: P&R Grafis

Cet ouvrage a été imprimé sur du papier 100% recyclé et certifié FSC, dans un
souci de respect pour l'environnement.



SOMMAIRE

CHAP. 00. OBJECTIFS DU MANUEL

P. 008

CHAP. 01. LES BASSINS DU TERRITOIRE IDARA

P. 010

1.1 Introduction

1.2 Le bassin de la rivière Guadalhorce (Málaga)

1.3 Le bassin de la rivière Vélez (Málaga)

1.4 Le bassin de la rivière Loukkos (Larache)

CHAP. 02. LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DES RIVIÈRES

P. 018

2.1 Les services écosystémiques des rivières

2.2 Certains cas d'étude et travaux sur les services écosystémiques des rivières

CHAP. 03. LA CONSERVATION DES RIVIÈRES

P. 028

3.1 Concepts préalables

3.1.1. Connectivité et résilience

3.1.2. Zonage transversal

3.1.3. L'espace fluvial

3.1.4. Le débit

3.2 Les principaux impacts environnementaux et les altérations des rivières

3.2.1. La pollution

3.2.2. Autres sources d'impacts et d'altérations des cours d'eau

3.3 Conservation et entretien des cours d'eau

3.3.1. Le changement de paradigme

3.3.2. Du "nettoyage" à la "conservation et entretien" des cours d'eau

3.3.3. Conservation et entretien des cours d'eau

3.4 Figures de protection des rivières

CHAP. 04. RESTAURATION DES RIVIÈRES

P. 072

- 4.1 Qu'est la réhabilitation fluviale et qu'est-ce qui ne l'est pas?
- 4.2 Objectifs de la restauration fluviale et amélioration de l'environnement des cours d'eau
 - 4.2.1. La participation
 - 4.2.2. Le processus de restauration fluviale
 - 4.2.3. Objectifs de la réhabilitation fluviale
- 4.3 Les principales actions contenues dans les projets de restauration ou de réhabilitation des cours d'eau
- 4.4 Les techniques d'ingénierie naturalistique et de bioingénierie dans des projets de réhabilitation et d'amélioration environnementale des rivières
 - 4.4.1. La bioingénierie appliquée à la restauration de rivières et de rives
 - 4.4.2. Éléments à prendre en compte lors de la planification de mesures qui incorporent des techniques de bioingénierie
- 4.5 Maintenance et suivi des interventions
 - 4.5.1. Entretien
 - 4.5.2. Suivi des interventions

CHAP. 05. L'USAGE PUBLIC ET LA MISE EN VALEUR DES RIVIÈRES

P. 092

- 5.1 L'usage public et la mise en valeur des rivières.
Remise en cause des "parcs fluviaux"
- 5.2 La participation comme élément indispensable
- 5.3 Les principaux aspects à prendre en compte dans la conception et exécution des projets
 - 5.3.1. Durabilité
 - 5.3.2. Sécurité
 - 5.3.3. Information, éducation et signalisation
 - 5.3.4. Patrimoine culturel, historique et ethnographique
 - 5.3.5. Patrimoine naturel et écologique
 - 5.3.6. Promotion et marketing
 - 5.3.7. Évaluation socio-économique
 - 5.3.8. Quelques remarques pour garantir la bonne réalisation et le suivi des interventions

CHAP. 06. MISE EN VALEUR DES BASSINS DU PÉRIMÈTRE IDARA

P. 106

6.1 Conservation

6.1.1. Guadalhorce

6.1.2. Vélez

6.1.3. Loukkos

6.2 Restauration et réhabilitation fluviale

6.2.1. Guadalhorce

6.2.2. Vélez

6.2.3. Loukkos

6.3 Mise en valeur et usage public

6.3.1. Guadalhorce

6.3.2. Vélez

6.3.3. Loukkos

6.4 Les interventions dans le cadre du projet IDARA

6.4.1. Guadalhorce

6.4.2. Vélez

6.4.3. Loukkos

CHAP. 07. GLOSSAIRE ET BIBLIOGRAPHIE

P. 120

7.1 Glossaire

7.2 Bibliographie

PRÉSENTATION

La Diputación Provincial de Málaga (gouvernement de Málaga), dans le cadre du second appel à projets du Programme opérationnel de coopération transfrontalière – Espagne – frontières extérieures (POCTEFEX), co-financé à hauteur de 75% avec des fonds FEDER, a mis en marche le projet européen IDARA qui, parmi ses principaux objectifs, vise le développement durable transfrontalier des bassins fluviaux de la province de Málaga et la Région Tanger-Tétouan.

C'est dans ce but qu'a été élaboré un Manuel méthodologique d'interventions pour la restauration et l'usage public de bassins fluviaux. Dans ce contexte, une série de projets représentatifs de la restauration de l'environnement sur des tronçons de bassins fluviaux a été menée préalablement.

Le manuel définit une méthodologie commune pour la mise en œuvre d'actions de restauration fluviale et d'adaptation à l'usage du public des rivières dans la délimitation territoriale du projet IDARA dans la région de Tanger-Tétouan et Málaga.

Cette publication fait suite à la précédente élaboration d'études de caractérisation des valeurs naturelles et culturelles des rivières Guadalhorce et Vélez à Málaga et des moyens et bas tronçons de la rivière Loukkos dans la région de Tanger-Tétouan et Málaga.

Ce document aborde les thèmes suivants:

La conservation de rivières et des rives selon les catégories d'amélioration de l'habitat qui suivent:

- La protection de l'habitat basé sur la prévention de sa dégradation.
- La restauration de l'habitat.
- L'amélioration et l'entretien pour favoriser la diversité des habitats et des espèces.

L'usage public:

- Sont proposés des critères pour le choix et l'adaptation de zones à usage public à la demande des citoyens.
- Sont définies les caractéristiques que doivent présenter les actions d'adaptation des tronçons fluviaux pour son usage public, de façon à ce qu'elles n'interfèrent pas avec les valeurs environnementales.

Il émane du manuel le concept central suivant, qui fait l'objet de cette publication: "restaurer consiste à récupérer un système naturel en éliminant les impacts ou les altérations qui causent sa dégradation, facilitant la restitution de processus et d'équilibres naturels et le fonctionnement autonome et durable dans le temps de ce système. Dans le cas d'une rivière, il s'agit de récupérer tous les processus, fonctions et services écosystémiques".

En conclusion, nous sommes convaincus que cette publication constitue une contribution positive, dans le cadre du projet IDARA de la Diputación de Málaga et de ses partenaires du Maroc, pour la gestion et la récupération des artères vitales que sont les rivières et leur environnement naturel et culturel, qui structurent notre territoire.

-

Marina Bravo Casero

Députée Provinciale de l'Environnement et du Développement Durable

The background of the entire page is a high-contrast, blue-toned photograph of a human skull embedded in a rough, textured stone wall. The skull is positioned centrally, with its eye sockets, nasal cavity, and upper jaw area visible. The stone wall has a masonry pattern with visible mortar joints. The lighting is dramatic, casting deep shadows and highlighting the textures of the bone and stone.

00.

**OBJECTIFS
DU MANUEL**

0.1 OBJECTIFS DU MANUEL

Le présent ouvrage se veut un manuel simple, destiné à sensibiliser le lecteur sur la nécessité de conserver les rivières et pour le familiariser avec les avantages qu'offrent la restauration des rivières, sa mise en valeur et son usage public.

Un effort a été fait pour utiliser un langage accessible, sans renoncer à une certaine terminologie technique indispensable, qui dans la plupart des cas, trouvera une explication dans le texte lui-même ou dans un glossaire à part. De cette façon, l'ouvrage s'adresse aussi bien aux techniciens et professionnels de la gestion, conservation et usage public des rivières, qu'à un public plus général, intéressé par ce sujet.

Dans le cadre du projet IDARA, l'ouvrage est centré spécifiquement sur les bassins fluviaux des rivières Guadalhorce, Vélez (Málaga, Espagne) et Loukkos (Larache, Maroc), dans le but de promouvoir les interventions de conservation, réhabilitation et mise en valeur de ces trois bassins fluviaux.

L'angle philosophique que nous avons donné au traitement des chapitres centraux se base sur le changement de paradigme qui a découlé en Europe de la Directive Cadre de l'Eau de 2000. Ce nouveau paradigme a été intégré comme base de la Stratégie Nationale de Restauration des Rivières développée par le Ministère de l'environnement, du milieu rural et marin d'Espagne. Il intègre également les objectifs du Centre Ibérique de Restauration Fluviale (CIREF), qui est à son tour membre du ECRR (sigle en anglais pour Centre Européen pour la Restauration des Rivières), et les principes défendus par la Fundación Nueva Cultura del Agua (Fondation Nouvelle Culture de l'Eau).

01.

LES BASSINS DU TERRITOIRE IDARA



1.1 INTRODUCTION

Ce manuel va aborder dans ses chapitres centraux les thèmes de la **conservation**, de la **restauration** et de la **mise en valeur** des rivières d'un point de vue technique (la gestion) et vulgarisateur (la connaissance et la sensibilisation), mais d'une façon plutôt généraliste. Mais étant donné le périmètre d'intervention du projet IDARA dans les bassins des rivières Guadalhorce, Vélez (Málaga, Espagne) et Loukkos (Larache, Maroc), le chapitre final abordera de façon spécifique les trois éléments cités dans ces trois bassins fluviaux de la région méditerranéenne. La description qui va suivre de chacun des bassins concernés se centrera sur les aspects généraux, en particulier ceux qui établissent les conditions d'une mise en place des actions de restauration et de mise en valeur de leurs ressources. Cependant, dans le cadre du projet IDARA, les études détaillées qui ont été élaborées sur les trois bassins ont produit une information abondante sur ces territoires.

1.2 LE BASSIN DE LA RIVIÈRE GUADALHORCE (MÁLAGA)

Le bassin de la rivière Guadalhorce entre dans le Périmètre Hydrographique des Bassins Méditerranéens Andalous qui occupe une superficie de 17 952 km². Concrètement, le bassin de la rivière Guadalhorce s'étend sur une superficie de 3 856 km² et englobe principalement 33 communes de la Province de Málaga, bien qu'il y en ait d'autres dont une petite portion du territoire se trouve à l'intérieur du périmètre du bassin. On peut donc dire que ce bassin naît dans le port de los Alazores (commune de Villanueva del Trabuco) et traverse 166 km jusqu'à son embouchure dans la commune de Málaga. Il s'agit d'un bassin très régulé par différents barrages. Parmi ses principaux cours d'eau et affluents, on mentionnera la rivière Grande, la rivière Pereilas, la rivière Turón, la rivière Guadalteba, la rivière Almargen, la rivière Fahala, la rivière Campanillas, la rivière Nacimiento, la rivière Caballos, le ruisseau du Valle, les ruisseaux de Casarabonela-Las Cañas, les ruisseaux de Las Piedras-El Ancón, le ruisseau Marín et le ruisseau El Quinto.

Les aspects et les faits historiques marquant sont nombreux. Il y a dans tout le bassin une présence importante de la rivière, depuis la préhistoire à l'époque moderne, en passant par l'Antiquité et le Moyen-Âge. La première mention écrite de la rivière, alors appelée rivière Malaca, se trouve dans un texte écrit par Avienus (poète italien du IV^{ème} siècle). Pendant la domination romaine, la rivière changea plusieurs fois de noms, s'appelant tour à tour rivière *Saduca* ou *Saduce* (la ville avec une rivière) et ensuite *Wadi l-jurs* (qui signifie « la rivière des silencieux » ou bien « la rivière gardienne ») pendant l'occupation arabe. Mais il y a encore d'autres noms et même des désaccords entre historiens, ce qui montre bien que la rivière suscite un grand intérêt. Le patrimoine des moulins, des systèmes d'irrigation, des ponts et des gués est lui aussi très vaste. Rien que dans l'axe de la rivière Guadalhorce, on a pu recenser l'existence de 26 moulins à farine. De même, il y avait des gués et des barques pour traverser la rivière et accéder d'un village à un autre. L'histoire cite aussi l'existence de plusieurs ponts, en particulier le "puente de hierro" (le pont de fer) ou le pont "de la Azucarera" (de la sucrière) sur la rivière Guadalhorce elle-même qui, en 1871, a souffert des dommages importants suite à une grande crue. La régulation du bassin

commença à partir du XXème siècle avec la construction du barrage du Chorro pour l'exploitation hydroélectrique. Après de fortes inondations à Málaga vers le milieu de l'année 1921, on termina les travaux du barrage du Chorro, qui en 1953 changea de nom pour s'appeler barrage du Conde de Guadalhorce. Plus tard, dans le but d'approvisionner en eau Málaga et d'autres communes, et avec le développement de systèmes d'irrigation, on construira les barrages du Guadalhorce (en 1971) et de Guadalteba (en 1973). Le caractère fortement variable de la dynamique de la rivière dans sa partie inférieure et dans son embouchure fait que, vers la fin du XXème siècle et début du XXIème siècle, on canalise le tronçon final de la rivière. En définitive, tout au long de l'histoire, l'occupation de son bassin et l'usage de l'espace fluvial ont été très intenses, ce qui a affecté négativement son degré de naturalité actuel, mais a enrichi en contrepartie les aspects liés à l'histoire et au patrimoine fluvial.

Malgré la densité de population et l'usage intensif de l'espace fluvial par l'homme, il y a de nombreux affluents et tronçons aux sources qui ont conservé un assez bon état naturel ; c'est le cas des rivières Turón et Pereillas. L'un des principaux atouts dans l'axe de la rivière Guadalhorce sont les gorges de los Gaitanes, un canyon spectaculaire de 7 km de long, qui sépare la vallée du Guadalhorce et la dépression d'Antéquera. Les formations végétales riveraines les plus intéressantes pour leur bon état de conservation se trouvent aussi sur les tronçons supérieurs et dans la zone centrale de l'axe du Guadalhorce, et aussi sur certains tronçons d'affluents au nord, généralement dans des zones peu accessibles. Certaines études ont révélé l'extrême richesse de la biodiversité en termes de faune d'invertébrés aquatiques de ces zones isolées



PHOTO 1.1

Tronçon moyen-inférieur de la rivière Guadalhorce.
(c) Patricia Carrasco.



PHOTO 1.2

Vue du barrage du Conde de Guadalhorce.
(c) Tony Herrera.

1.3 LE BASSIN DE LA RIVIÈRE VÉLEZ (MÁLAGA)

Le bassin de la rivière Vélez est majoritairement situé dans la province de Málaga et occupe aussi une petite partie du sud-ouest de la province de Grenade. Comme dans le bassin du Guadalhorce, il est aussi lui aussi intégré dans le Périmètre Hydrographique des Bassins Méditerranéens Andalous. Il naît dans la Sierra de Alhama, sous le nom d'Arroyo Cárdenas et traverse en direction sud une grande partie de la région de la Axarquía, jusqu'à l'embouchure proche de Torre del Mar. Le parcours du bassin occupe une surface de 610 km² et ses cours d'eau traversent 27 communes. Il est lui-même formé de tout un ensemble de petits sous-bassins, parmi lesquels on citera ceux des rivières Cueva et Guaro. Ils confluent à proximité de la commune de Vélez-Málaga, d'où le nom de la rivière. La rivière de la Cueva naît dans la Sierra del Rey et présente une géomorphologie caractérisée par des méandres prononcés qui offrent une forte valeur paysagère comme celle que l'on trouve entre la colline de Juan Román et celle du Terral. L'effet négatif de l'activité humaine dans ce sous-bassin est important dû à une activité agricole intensive (l'olive) et les rejets de déchets des communes de Riogordo qui manquent encore de stations d'épuration des eaux usées à

l'heure actuelle. D'autre part, les sources de la rivière Guaro et de ses affluents qui coulent en direction est-ouest vers la rivière Vélez se trouvent à l'intérieur du Parc Naturel des Sierras de Tejeda, Almijara et Alhama ; il s'agit donc de rivières en bon état de conservation et avec une bonne diversité de forêts riveraines bien structurées. Dans ces zones, le relief est plus abrupt et les rivières et les ruisseaux coulent dans des vallées encaissées très appréciées des adeptes du canyoning. Ces cours d'eau présentent un régime de type torrentiel méditerranéen, avec des crues importantes lors des époques de pluies, et des lits asséchés ou intermittents en été. En aval, dans le sous-bassin de la rivière Guaro, on trouve le barrage de La Viñuela, en activité depuis 1982 et avec une capacité de 170 hm³. Ce barrage, construit à l'origine pour renforcer les systèmes d'irrigation, approvisionne aujourd'hui en eau la majorité des communes de la Axarquía. D'ailleurs, la forte pression urbaine dans cette région et le développement des cultures (avocats, anones, mangues et olives, principalement) font que, en aval du barrage, la qualité de l'eau du bassin de la rivière Vélez est altérée, ainsi que le régime naturel de ses débits. Par exemple, la demande en eau pour l'irrigation atteint les

9 263 hm³/ha dans cette zone. Dans sa partie inférieure, la rivière Vélez se transforme en l'une des zones humides les plus importantes de la province de Málaga, qui rejoint l'embouchure. Cette rivière possède une grande valeur écologique et a été placée dans la Liste des Zones Humides d'Andalousie pour la diversité de sa faune d'oiseaux aquatiques et pour la présence d'espèces menacées ou de distribution très restreinte. Dans l'embouchure, sur la plage Fenicia, la rivière Vélez forme un petit delta très dynamique qui donne naissance à une petite lagune séparée de la mer par un banc de sable.

En termes d'usage public, le bassin de la rivière Vélez dispose de nombreux sentiers et voies pastorales toujours en usage qui unissent plusieurs communes et qui incluent 3 chemins creux, 43 sentiers et 21 coulées. Son patrimoine historique et culturel est important lui aussi avec la présence de moulins, de gisements préhistoriques et médiévaux classés par l'Institut Andalou du Patrimoine Historique.



PHOTO 1.3 et 1.4

Deux tronçons moyens représentatifs du bassin de la rivière Vélez. (c) Jacinto Segura.



PHOTO 1.5

Aspect de la zone humide et de l'embouchure de la rivière Vélez séparée de la mer par un banc de sable. (c) Tony Herrera.

1.4 LE BASSIN DE LA RIVIÈRE LOUKKOS (LARACHE)

Le bassin de la rivière Loukkos est l'un des bassins les plus importants du Maroc. Il naît dans la région centrale du Rif (province de Chefchaouen) à une altitude de 1 700 m et se jette dans l'Océan Atlantique, à proximité de la ville de Larache. Il traverse une superficie de 3 750 km², avec un apport annuel estimé à 1 200 hm³/an. Le bassin est divisé en trois sous-bassins: celui de la rivière elle-même, (2 100 km²) et ceux de ses deux affluents principaux qui se rejoignent sur l'axe principal dans sa partie inférieure, la rivière Makhazine (630 km²) et la rivière Ouarour (160 km²). Dans la partie supérieure du bassin, de nombreux affluents de caractère torrentiel traversent les zones montagneuses du Rif vers l'ouest, avec des tronçons à

la source qui accusent des inclinaisons supérieures à 2%. Le tronçon moyen de la rivière Loukkos présente une morphologie plus ondulée, avec une inclination d'entre 1% et 2%. Dans cette partie du bassin, les vallées s'élargissent et subissent les effets croissants d'une activité agricole et d'une irrigation intenses, ce qui fait que la zone des berges n'a pu conserver son état naturel que sur les dix premiers mètres. De plus, le long de son cours moyen, la rivière Loukkos est interrompue par deux barrages destinés à renforcer encore plus cette activité agricole et à endiguer les crues: le barrage du Guarda de Loukkos (4 hm³) construit en 1981 et celui de Makhazine (773 hm³) construit en 1979.



PHOTO 1.6 et 1.7

À gauche, le barrage de Makhazine et à droite celui de Guarda, les deux situés, respectivement, sur le cours moyen et le cours inférieur de la rivière Loukkos. (c) Tony Herrera

Dans sa partie inférieure, la rivière Loukkos s'étire pour former une vaste plaine alluviale qui date du pléistocène supérieur et qui est composée de sables limoneux ou argileux, de limons et de sols hydromorphiques qui couronnent les formations géologiques du pliocène. Dans cette zone, les activités agricoles sont moins importantes que l'élevage (qui représente la principale source économique), dû aux inondations périodiques. Avant d'arriver à son embouchure, la rivière Loukkos traverse un vaste estuaire composé de marécages, de méandres à l'abandon, de marais et de lagunes qui servent de refuge à une énorme biodiversité. Pour cette raison, cette zone de 3 600 ha. a été incluse dans la liste Ramsar en 2005 sous le nom de "Complexe du bas Loukkos". Son énorme patrimoine naturel cohabite avec des activités économiques telles que le tourisme, la pêche et l'exploitation de salines. Malgré la formidable valeur écologique de l'estuaire du bas Loukkos, des études récentes ont démontré que la qualité de l'eau et des sédiments a subi des altérations et des mesures urgentes de suivi et de contrôle des effets anthropiques sont maintenant nécessaires. Sur le tronçon compris entre les deux barrages et même en amont du barrage de Makhazine, le paysage se

voit renforcé dans certaines zones par l'absence d'éléments discordants. Mais il existe néanmoins des problèmes de surexploitation des sols dus à l'élevage dans ces bassins moyens et supérieurs qui ont des effets négatifs sur la végétation et qui engendrent des problèmes d'érosion: l'effet anthropique est diffus mais intense.

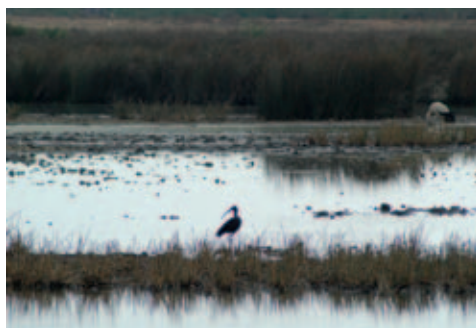


PHOTO 1.8 et 1.9.

Aspect des zones humides et des marécages du tronçon inférieur de la rivière Loukkos dans la province de Larache. (c) Tony Herrera.

02.

LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DES RIVIÈRES



2.1 LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DES RIVIÈRES

Le concept de “services écosystémiques” peut se définir comme l’ensemble des fonctions par lesquelles les écosystèmes* satisfont la vie humaine, c’est-à-dire les bénéfices que nous, êtres humains, recevons de façon directe ou indirecte des écosystèmes. Par exemple, les forêts nous fournissent des services liés au commerce du bois, à la biodiversité, à l’alimentation (champignons, végétaux, animaux), aux espaces de loisirs, etc. (figure 2.1).

Les rivières et les cours d’eau constituent l’une des principales sources génératrices de services écosystémiques pour les êtres humains puisqu’ils sont eux-mêmes des écosystèmes de valeur et très productifs, et ils contribuent aussi et de façon directe à la préservation d’autres écosystèmes tout aussi importants comme les forêts, les aquifères, les zones humides, les estuaires, les marais, etc.

Bien qu’il existe plusieurs formes de classer les services que nous offrent les rivières, en règle générale on les regroupe en trois catégories principales:

Services d’approvisionnement

Ils fournissent des biens matériels concrets, obtenus directement de la structure des écosystèmes (l’eau pour l’usage des humains et pour l’agriculture, les aliments, les matières premières, etc.).

Services de contrôle

Ils garantissent les mécanismes et les équilibres nécessaires à la prévention de risques comme les inondations ou l’érosion, ou bien ils contribuent au maintien du microclimat local, à la dépuración de l’eau, etc. Il s’agit donc de bénéfices obtenus de façon indirecte.

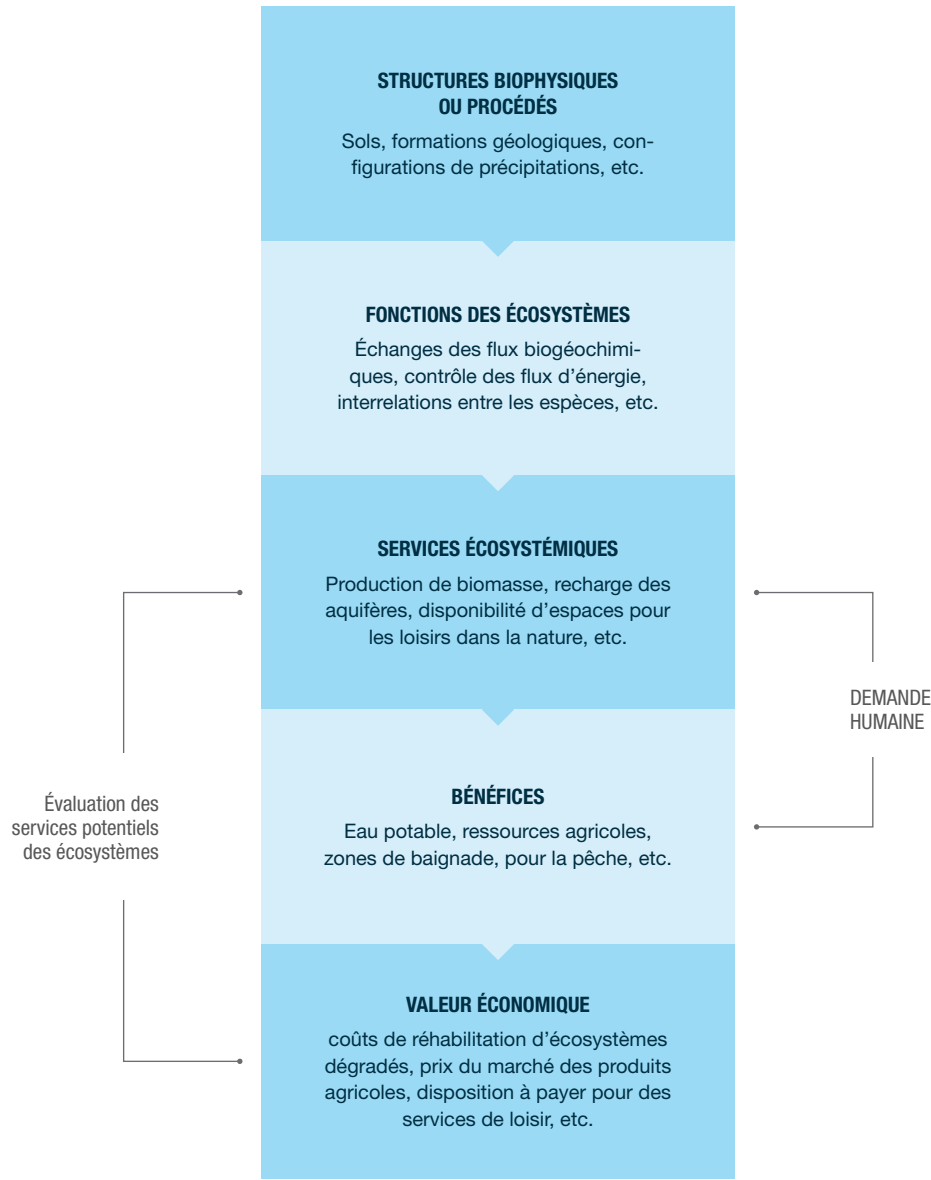
Services culturels

Ils sont liés à des valeurs d’esthétique paysagère, de loisir, d’inspiration ou d’identité territoriale. Il s’agit donc de bénéfices intangibles ou immatériels que l’être humain obtient par le biais d’expériences avec la nature, en l’occurrence ici avec les cours d’eau.

* Glossaire. P. 120

FIGURE 2.1

Schéma des fonctions et services des écosystèmes de Haines-Young, 2010 modifié.



À la fin des années 1990, la communauté scientifique est parvenue à un consensus sur la nécessité d'établir, de la façon la plus claire possible, les liens qui relient les systèmes naturels et le bien-être humain. On comprenait que c'était là la seule manière pour que les gouvernants et les décideurs prennent conscience de la nécessité de changer des politiques qui n'ont fait que dégrader de façon exponentielle les écosystèmes et la biodiversité mondiaux. C'est dans ce contexte que, en 2001, Kofi Annan, alors Secrétaire Général de l'ONU, lançait le projet international ambitieux d'Évaluation des Écosystèmes du Millénaire (MON, sigle en anglais; <http://www.maweb.org/>). Ce programme a pris fin en 2005; sa portée et sa répercussion ont été très importantes, aussi bien au niveau de la recherche qu'au niveau des politiques publiques et de l'éducation. Dans le domaine de l'éducation, surtout universitaire, les documents de ce programme constituent un modèle pour l'intégration de connaissances sur la conservation de l'environnement dans un domaine qui va des sciences sociales à celles de la biophysique. Dans le cadre

des accords internationaux qui les ont ratifiés, ces résultats servent maintenant à affiner les objectifs et les champs d'action. Par contre, les effets qu'ils auraient pu avoir sur les décideurs, qui détériorent les écosystèmes et érodent la biodiversité suite à l'application de nombreuses politiques internationales, ne se sont pas encore fait sentir. Cependant, on peut quand-même dire que le MA, sur lequel ont travaillé 1 360 experts de 95 pays, a fait l'objet de l'éco-auditing scientifique le plus important jamais réalisé sur les écosystèmes et la biodiversité de notre planète et leurs relations avec le bien-être humain.

Forte de cette initiative internationale, la Fundación Biodiversidad [Fondation Biodiversité], qui était rattachée au ministère de l'Environnement de l'époque, a mis en marche en 2008 le projet pour l'Évaluation des Écosystèmes du Millénaire en Espagne (EME). Ce travail, auquel ont participé quelque 60 chercheurs en sciences écologiques et sociales, inclut un paragraphe expressément consacré aux cours d'eau et aux rives (tableau 2.1). Grâce à

TABLEAU 2.1

Caractéristiques générales du type opératif d'écosystèmes appelé "rivières et rives", selon la EME.

ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES	TRAITS ESSENTIELS QUI LE DÉFINISSENT	CARACTÉRISTIQUES GÉOGRAPHIQUES	CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES
RIVIÈRES ET RIVES	Écosystèmes d'eaux fluantes qui relient et connectent les bassins de drainage.	Parce qu'elles sont vectorielles, les lignes de la cartographie sont distribuées sur tout le territoire national.	Les rivières et les rives en Espagne présentent des particularités qui trouvent leurs origines dans • le climat • la physionomie du territoire • les matériaux géologiques et lithologiques • leur géodynamique

TABLEAU 2.2

Principaux services écosystémiques des rivières identifiés et évalués dans le cadre du projet sur l'Évaluation des Écosystèmes du Millénaire en Espagne (EME).

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES ÉVALUÉS		
APPROVISIONNEMENT	• Aliments traditionnels • Médecines naturelles • Eau douce • Énergie renouvelable	• Patrimoine génétique • Matières d'origine biotique • Matières d'origine géotique (ex.: graviers)
RÉGULATION	• Régulation climatique • Contrôle biologique • Qualité de l'air • Perturbations naturelles	• Régulation hydrique • Contrôle de l'érosion • Fertilité du sol
CULTURELS	• Connaissance scientifique • Éducation environnementale • Activités de loisir	• Identité culturelle • Esthétique • Connaissance de l'écologie locale • Facteur spirituel et social

ce travail, on a pu énumérer, de façon plus détaillée et précise, les services écosystémiques qu’offrent en général les rivières et l’importance de ceux-ci pour le bien-être de notre société (tableau 2.2.).

Les résultats de l’EME révèlent que près de 70% (14 sur 21) des services évalués liés aux rivières et aux rives montrent des signes de dégradation ou de surexploitation. Les plus affectés sont les services de régulation (formation et fertilité des sols, régulation hydrique et régulation des perturbations naturelles et contrôle biologique) et les services culturels (connaissance de l’écologie locale, identité culturelle et conscience d’une appartenance, facteur spirituel et religieux). À l’inverse, les services techniques d’approvisionnement et les services culturels qui répondent à une demande urbaine (écotourisme, éducation environnementale) s’améliorent.

L’étude montre aussi à quel point le public n’identifie pas clairement tous les services écosystémiques que nous recevons des rivières, à l’exception de ceux qui sont les plus manifestes (tableau 2.3). Le public ne mesure pas, par exemple, l’importance que représentent les rivières dans la conservation de la biodiversité et du patrimoine génétique local, pour la connaissance scientifique et pour l’éducation environnementale elle-même.

Ceci nous indique clairement sur quels points nous devons insister auprès du public dans le cadre de futurs projets de sensibilisation à l’environnement ou de participation citoyenne dans le domaine de la gestion des rivières. En même temps, nous devons aussi travailler davantage pour offrir une information claire et accessible sur la relation directe entre les services écosystémiques et les processus naturels qui les rendent possibles.

SERVICES VALORISÉS PAR LA POPULATION (services écosystémiques)	CE QUI REND CES SERVICES POSSIBLES (processus et caractéristiques des écosystèmes)
• Eau dépurée potable • Eau suffisante pour l’irrigation et la production d’énergie hydroélectrique • Protection contre les inondations • Aliments et produits alimentaires dérivés (algues, riz, poissons, mollusques, fruits de mer, etc.). • Loisirs (pêche, baignade, sports aquatiques, routes touristiques, etc.) • Paysages et éléments esthétiques • Existence d’espèces et d’écosystèmes	• Cycle des nutriments • Traitement des polluants • Décomposition • Biodiversité • Crues naturelles et recharge des aquifères • Dissipation d’énergie et de chaleur • Transport et dépôt de sédiments (débits solides) • Forêts riveraines et de marais • Connectivité de la nappe d’eau • Forme du canal fluvial et restes de bois

TABEAU 2.3
Principaux services écosystémiques des rivières identifiés et valorisés par la population, processus et fonctions des écosystèmes qui les rendent possibles.

2.2 CERTAINS CAS D'ÉTUDE ET TRAVAUX SUR LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DES RIVIÈRES

Certaines études concrètes ont déjà été menées pour évaluer les services écosystémiques associés aux ressources en eau. Ceci a impliqué le développement et l'application de différentes méthodes, toujours dans un souci d'adaptation aux circonstances et aux conditions du milieu local pour déterminer les services au cas par cas. Dans ce sens, des chercheurs de l'Université d'Almería et du centre de recherche environnementale d'Allemagne *Helmholtz* ont effectué l'un des travaux de recherche les plus importants jamais réalisés jusqu'à maintenant dans la Sierra Norte (massif nord) de Séville. Ils ont développé une méthode innovante pour évaluer de façon empirique la relation sous-jacente entre l'usage et la manipulation des agroécosystèmes méditerranéens, le schéma spatial de la production de flux d'eau douce, verte et bleue (celle que l'on trouve sous forme d'humidité au sol et celle que l'on trouve, respectivement, dans les aquifères, les lacs et les retenues d'eau) et la fourniture de services écosystémiques hydro-

logiques, SEH (HES, sigle en anglais pour Hydrologic Ecosystem Services). Cette étude a révélé que les changements qui ont lieu dans la gestion des agroécosystèmes de montagne peuvent avoir des répercussions très importantes, et pas seulement au niveau local puisque la majorité des SEH est fournie en dehors de la zone où elle se produit. Parmi les propositions dérivées des travaux de recherche, il faut souligner la possibilité de créer des "crédits d'eau verte" qui permettraient d'encourager les cultivateurs à améliorer la gestion du sol tout en optimisant les multiples bénéfices de l'eau en faveur d'autres groupes d'intérêt qui, dans certains cas et comme nous l'avons déjà dit, peuvent se trouver éloignés de la zone où ces services sont produits.

Un autre travail remarquable, développé par des chercheurs des universités de Valence et du Pays basque, analyse comment le changement climatique mondial affecte les services des écosystèmes hydriques à l'échelle locale et dans quelle

Il reste encore beaucoup de travail à faire pour que les citoyens comprennent mieux les relations directes et indirectes entre les écosystèmes et notre qualité de vie, ceci est sans doute l'un des défis les plus importants de ces prochaines années.

mesure la société valorise les services écosystémiques. Pour réaliser cette étude, les chercheurs ont choisi les bassins des rivières de Catalogne, l'Anoia et Noguera de Tor, et ont analysé différents paramètres et éléments de leurs bassins. En parallèle, les différents acteurs sociaux ont pu avoir accès à des ateliers (présentant divers scénarios possibles et à des questionnaires qualitatifs. La première conclusion à laquelle les auteurs de ce travail sont parvenus est que les parties concernées qui ont participé aux ateliers n'étaient pas familiarisées avec le concept de services écosystémiques. Cependant, à travers leur participation à l'étude, ils ont acquis des connaissances sur ce concept et ils le considèrent comme une méthode utile pour visualiser les relations humaines multidimensionnelles qui existent avec les écosystèmes aquatiques. Les personnes qui vivent dans le bassin de la rivière voient, par exemple, comment les bénéfices de la production d'énergie hydroélectrique sortent du territoire alors que les coûts, eux, restent. Dans ces coûts, on peut aussi inclure le fait que la disponibilité en eau diminue pour d'autres usages (tourisme, activités agricoles, pêche, loisirs, etc.). Les personnes prennent alors conscience que ces coûts ne sont pas correctement compensés sur le territoire par les entreprises productrices d'hydroélectricité. Selon

PHOTO 2.1 et 2.2

Manifestation à Málaga de divers collectifs sociaux, conservateurs et irrigants de différents villages du bassin de la rivière Grande, opposés au projet de barrage de dérivation.

les auteurs de l'étude, pour les personnes interrogées il y a une claire interdépendance entre les usages économiques de l'eau au niveau local et la fourniture par les écosystèmes d'habitats, de biens culturels et esthétiques, puisqu'une partie non négligeable de leurs revenus générés grâce au tourisme dépend de tout cela.

Bien que ces exemples et d'autres études réalisées auparavant ont contribué à augmenter la prise de conscience de la société en général de l'importance de conserver les écosystèmes, en l'occurrence des rivières, pour pouvoir continuer à jouir des services que ceux-ci nous offrent (en définitive, pour maintenir notre niveau et qualité de vie), ces études ont presque toujours été centrées sur des aspects très clairement identifiés par la population (agriculture, tourisme rural, etc.). Cependant, il reste encore beaucoup de travail à faire pour que les citoyens comprennent mieux les relations directes et indirectes entre les écosystèmes et notre qualité de vie,

ceci est sans doute l'un des défis les plus importants de ces prochaines années.

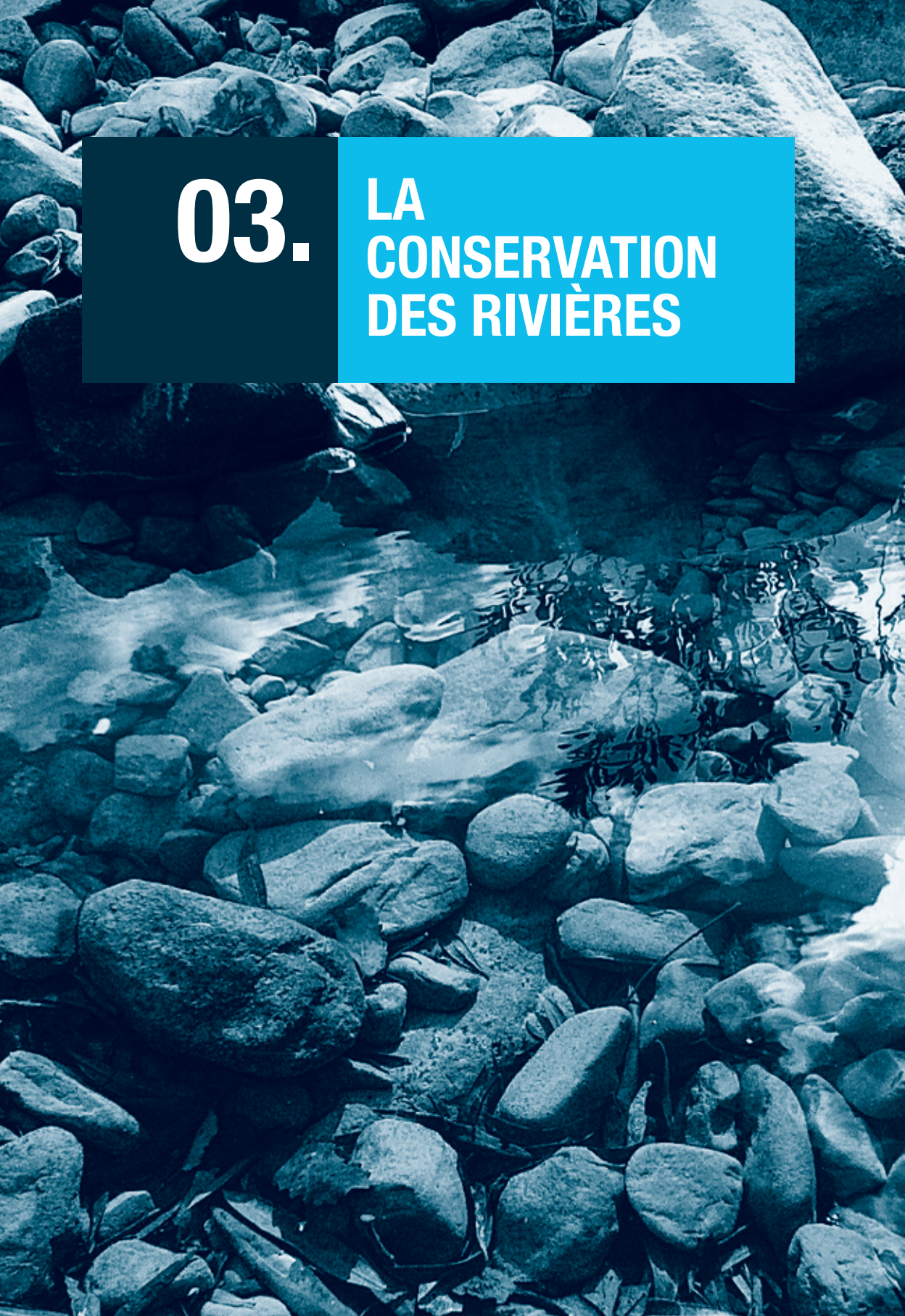
Il existe d'autres exemples significatifs, même s'ils n'ont pas faits l'objet d'études scientifiques, qui démontrent comment, très souvent, les habitants d'une région défendent activement les rivières de leur territoire, utilisant comme instrument de pression une grande partie des services écosystémiques qu'ils ont pu identifier dans leur bassin. C'est le cas, par exemple, du projet de construction d'un barrage dans le bassin de la rivière Genal, dans la province de Málaga, publié au début des années 1990 dans l'avant-projet de Plan Hydrologique National. L'un des arguments des populations locales, pour s'opposer à ce projet, était que cette infrastructure allait détruire l'avenir des villages (tourisme, richesses naturelles, patrimoine ethnographique, paysage, etc.) et que l'eau de la retenue allait être exploitée pour générer des bénéfices en dehors du territoire (la Costa del Sol) et à des fins contraires aux critères de durabi-



lité sociale et environnementale. La population elle-même, et en particulier le *Grupo de Trabajo del Valle del Genal* (Groupe de Travail de la Vallée du Genal), fondé à l'époque pour défendre la rivière, a été capable de mettre en avant les principaux services écosystémiques, avec l'aide de professeurs universitaires et d'experts dans diverses disciplines qui ont contribué à établir une relation directe entre ces services et le maintien des processus naturels. Un cas similaire s'est produit des années plus tard, en 2000, dans le bassin de la rivière Grande (qui appartient à l'un des bassins qui nous intéressent tout particulièrement dans cet ouvrage, le bassin du Guadalhorce). De nouveau, l'intention de construire un barrage, inscrite dans le nouveau Plan Hydrologique National, a mis sur le pied de guerre une grande partie de la population qui a compris qu'elle allait perdre l'accès à de nombreux services écosystémiques dont elle jouissait jusqu'alors sur son territoire (irrigation, paysage, biodiversité, patrimoine ethnographique lié aux rivières, loisirs, etc.),

en plus de constater que les principaux bénéfices générés par le barrage allaient aussi quitter le territoire.

Dans les deux exemples de Málaga auparavant cités (les bassins des rivières Genal et Grande), comme dans d'autres cas, la population locale a pris l'initiative de s'organiser et de donner une réponse, mais il n'est pas toujours évident de réagir de façon aussi spontanée. Encore faut-il acquérir des connaissances plus spécifiques, au niveau local, approfondir aussi l'évaluation de la valeur économique des services écosystémiques ou, du moins, considérer son inclusion dans les analyses coûts-bénéfices des différentes actions ou investissements, et surtout transmettre ces connaissances de façon accessible à la population. De cette façon, les administrations pourront rationaliser leurs politiques de conservation des rivières, et la population aura une plus grande capacité de réaction quand elle considèrera que ses droits et son patrimoine social et environnemental ne sont pas correctement protégés.



03.

**LA
CONSERVATION
DES RIVIÈRES**

3.1 CONCEPTS PRÉALABLES

Bien que l'objectif de cet ouvrage n'est pas d'approfondir tous les aspects liés au fonctionnement ou à la caractérisation des cours d'eau, il convient de se familiariser avec certains concepts préalables qui nous permettront, à leur tour, de mieux comprendre les besoins liés à la conservation ou à la restauration des rivières et tout ce que cela peut impliquer

3.1.1. Connectivité et résilience

Quand il s'agit de faire des démarches en vue de conserver ou de restaurer une rivière, il est fondamental d'avoir à l'esprit qu'une rivière n'est pas seulement une masse d'eau qui circule et qui va se jeter dans la mer, mais aussi une partie intégrante d'un écosystème (l'écosystème fluvial) qui présente une forte connectivité longitudinale, latérale et verticale (cette connexion se produit à différents niveaux: l'eau, les éléments nutritifs, les solides et les êtres vivants).

La connectivité longitudinale:

Il s'agit de la connexion du système fluvial en amont ou aval qui possède une fonction de corridors ou niches écologiques*.

La connectivité latérale:

Il s'agit de la relation entre l'écosystème fluvial et l'écosystème forestier adjacent, par l'intermédiaire des forêts ou de la végétation riveraine.

La connectivité verticale:

Elle prend en compte la relation entre l'écosystème fluvial et l'aquifère sous-jacent.

Le moindre bouleversement de la connectivité naturelle par effet anthropique peut donner lieu à des actions de conservation et de restauration, dû aux conséquences qu'une perte de connectivité peut avoir au niveau de la structure et du fonctionnement des écosystèmes fluviaux. Il peut arriver qu'une rivière, qui a subi des détériorations, soit d'un grand intérêt pour sa capacité

* *Glossaire. P. 120*

potentielle à servir de corridor écologique entre des espaces naturels protégés. Dans ce cas-là, l'intérêt de la conservation ne devrait pas être confondu avec l'objectif (qui est de protéger une rivière qui présente un fort degré de naturalité), mais plutôt de restaurer dans la mesure du possible la connexion longitudinale et les fonctions écologiques, en réhabilitant le cours d'eau.

La résilience ou la capacité d'une rivière à se récupérer d'une altération déterminée dépend, en premier lieu, de la "redondance" d'éléments qui ont des fonctions analogues. En d'autres mots, l'écosystème assure son fonctionnement par le biais de processus qui peuvent se chevaucher et s'accumuler, et qui remplissent des fonctions écologiques similaires. Par conséquent, la gestion pour la conservation doit faire en sorte d'éviter la perte de fonctions écologiques et de supprimer ou de minimiser les effets qu'une action, qui a lieu à proximité d'un cours d'eau, pourrait avoir sur ces fonctions naturelles. Au cas où l'altération serait inévitable, l'équipe de gestion doit essayer de compenser les fonctions affectées par d'autres mécanismes similaires et favoriser la fameuse capacité de résilience.

3.1.2. Zonage transversal

En se basant sur le concept d'écosystème tel qu'il est actuellement réglementé, et en prenant en compte les différents écosystèmes que l'on trouve dans un territoire fluvial, la section transversale d'une rivière se définit selon trois zones principales (voir la figure 3.1):

Le lit:

C'est l'espace susceptible d'être occupé par les eaux, avec leur débit courant (lit mineur ou de basses eaux) et par ses crues habituelles (lit majeur ou de hautes eaux, formé ou non de diverses couches interconnectées), avec des périodes de retour* fréquentes (de l'ordre de 1 à 7 ans en fonction de son régime climatique et de son débit). Le lit constitue le support de l'écosystème aquatique au sens strict. Dans de nombreuses rivières méditerranéennes, la disposition permanente d'eau circulante dépend dans certains cas de la saison ou des variations du niveau des eaux souterraines connectées au lit de la rivière.

La marge:

C'est la frange qui sépare la superficie habituellement humide et les terrasses latérales où se trouvent les rives. Elle est donc confinée entre les lits

* Glossaire. P. 120

mineur et majeur (zone de crue ordinaire à son niveau maximum). Dans les rivières permanentes, les talus sont formés et protégés par une végétation hydrophile avec des besoins élevés en humidité et spécialement adaptée pour résister et survivre aux montées des eaux. Cette frange peut être très étroite sur certains tronçons encaissés et s'étendre sur des dizaines de mètres de rivières divagantes ou en tresses. Elle peut être symétrique des deux côtés ou pas.

La rive:

C'est la frange latérale des cours d'eau qui s'étend des terrasses aux plaines alluviales contiguës au lit de la rivière et à ses marges. De façon naturelle, elle est formée par une végétation hygrophile (qui dépend du niveau phréatique de l'aquifère fluvial), de constitution arborée vigoureuse, avec la structure caractéristique d'une forêt riveraine. **Cette dépendance du contact des racines avec la nappe phréatique implique, du point de vue de la conservation ou restauration fluviale, un contrôle indispensable de toute altération des débits ou d'intervention sur la rive.** Il serait impossible de maintenir une communauté végétale riveraine si on élevait sa cote par rapport à celle de l'eau puisque tout son fonctionnement dépend de l'échange entre la nappe phréatique et l'évapotranspiration*. Dans cette zone-là, l'action des crues, bien que de plus faible intensité que dans la zone précédemment citée, reste néanmoins suffisamment forte pour pouvoir éliminer périodiquement une végétation qui n'est pas adaptée au courant. De même, dans cette frange, l'asymétrie entre une rive et l'autre peut être beaucoup plus grande que dans le cas précédent.

3.1.3. L'espace fluvial

Une autre forme de zonage ou de classification des différentes franges de l'espace fluvial peut se faire en fonction du risque individuel et social d'être exposé à la dynamique fluviale*. On peut ainsi définir les zones suivantes dans les espaces fluviaux (voir figure 3.1.):

La zone fluviale:

Elle concentre le dynamisme hydromorphologique. En raison de son degré d'encaissement, elle sera constituée soit du lit de la rivière ou la partie généralement inondée (période de retour de 10 ans, Q_{10}) à laquelle s'ajoute les marges, soit du lit mineur, du lit majeur, des marges et des terrasses inférieures. Les principaux éléments qui doivent être protégés sont ceux

* Glossaire. P. 120

constitués par la végétation résistante de première ligne sur les deux rives (dont la vigueur peut dépendre en grande partie d'un niveau phréatique élevé). Les crues successives ont un effet constant sur la zone fluviale, avec des érosions et des sédimentations aussi bien transitoires (au cours de la crue elle-même) que "définitives" (pendant ce laps de temps qui sépare une crue de la suivante). La végétation, quand elle est adaptée et non pas altérée ou formée par de brusques proliférations d'espèces envahissantes, agit comme un retardateur qui réduit la vitesse du flux de l'eau à mesure que celui-ci augmente, et empêche une érosion accélérée (ce sont des plantes flexibles, qui suivent le sens du courant et finissent par se plier au sol constituant ainsi une protection).

Le système hydrique:

il occupe les espaces inondés par les crues importantes (période de retour de 100 ans, Q_{100}), bien que ceux-ci soient submergés lors de crues exceptionnelles. Il englobe la dénommée "zone de hautes eaux" des systèmes fluviaux, sur les côtés de la zone fluviale. En ce qui concerne sa géomorphologie, cette zone est délimitée par les premières terrasses (les parties supérieures de la basse terrasse et les parties inférieures de la moyenne terrasse). Elle présente une végétation riveraine typique, dense et formée par des espèces qui ont besoin de connecter leurs racines avec la nappe phréatique, et elle est structurée en strates. Les eaux présentent toujours une certaine vitesse de circulation: il y a toujours une dynamique similaire à celle de la zone fluviale telle que nous l'avons décrite -bien qu'avec une moindre intensité, en général-, avec des exceptions locales importantes et une prédominance des dépôts de solides par rapport aux phénomènes d'érosion. Dans cette frange, la végétation est habituellement plus touffue au ras du sol et peu flexible. Elle retarde un peu plus le flux de l'eau, ce qui génère des nappes d'eau dormante ou maintient le flot concentré dans la zone fluviale. De même, elle contribue à ce que l'eau déborde sur les côtés, vers les zones inondables. Lorsqu'on a affaire à des vitesses élevées, on crée dans ces franges un effet de "fond virtuel" qui atténue les pointes de tension superficielle du sol lui-même, vu que la tension va se trouver dans la masse arborée. De cette façon, quand la végétation riveraine est altérée et est remplacée par des ligneux avec un tronc lisse et sans branches dans la partie inférieure (comme c'est le cas avec les peupliers), c'est justement l'effet contraire qui se produit: il y a un phénomène de freinage au niveau de la cime de l'arbre qui provoque une pointe de vitesse (supérieure à celle qui aurait lieu en l'absence de végétation) à proximité du sol.

**PHOTO 3.1**

Zone fluviale caractéristique d'une rivière méditerranéenne. (c) Tony Herrera.

**PHOTO 3.2**

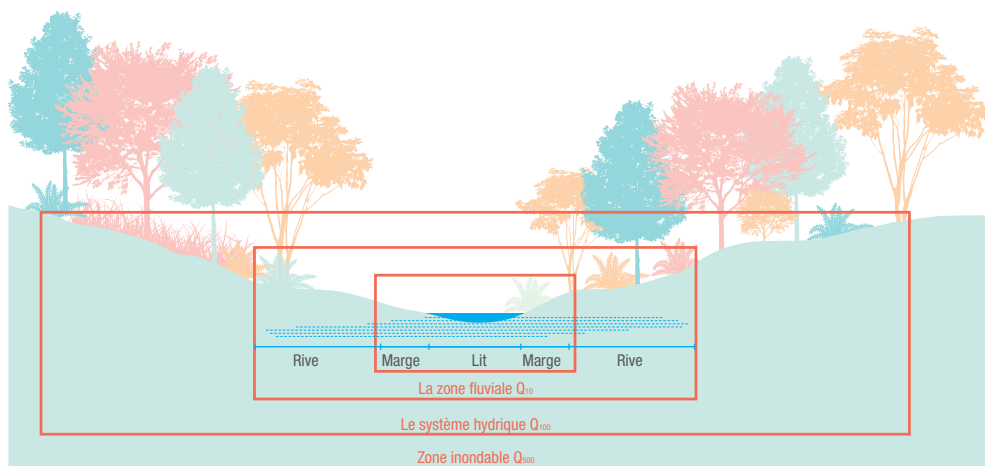
Aspect de la zone appelée "système hydrique d'une rivière méditerranéenne" lors d'une crue ordinaire. La zone fluviale est submergée. (c) Óscar Gavira.

Zone inondable:

C'est la zone qui subit des crues exceptionnelles avec une forte périodicité (période de retour de 500 ans, Q_{500}). Normalement, l'eau submerge la zone considérée comme étant la rive et, dans certains secteurs, elle atteint même le pied de la haute terrasse. La profondeur ou la cote atteinte par l'eau prime sur la vitesse (c'est-à-dire que, dans cette frange d'espace où il se produit des inondations, il n'y a pas non plus de risques majeurs de déplacements dus à la vitesse des flots). Dans la zone inondable, il se produit surtout des sédimentations et de l'infiltration, ce qui lui donne un rôle primordial dans la recharge des aquifères. Les phénomènes d'érosion dans cette zone-là se concentrent habituellement dans des lieux où les volumes d'eau qui ont débordé reviennent dans le lit de la rivière une fois que le niveau de l'eau a baissé. La présence de protections, telles des buttes ou des murets, fait que l'inondation d'atteint des niveaux plus élevés puisque l'eau ne peut pas retourner à son cours naturel à la même vitesse. Une autre conséquence est que le débit et la vitesse se concentrent davantage dans les zones de passage, augmentant l'effet d'érosion.

**PHOTO 3.3**

Aspect d'une zone inondable au cours d'une crue exceptionnelle. On peut voir les deux rangées d'arbres riverains qui marquent habituellement la limite du système hydrique qui est submergé par la nappe d'eau. (c) José Quirós.

**FIGURE 3.1**

Représentation schématique des différentes zones associées aux cours d'eau.

3.1.4. Le débit

Il peut sembler facile, quand on fait allusion au débit d'une rivière, de comprendre de quoi il s'agit: une quantité d'eau qui circule dans la rivière pendant un temps donné. Mais il convient cependant d'approfondir un peu ce concept en commençant par préciser qu'il y a deux types de débit dans une rivière: le débit solide et le débit liquide.

La rivière ne transporte pas seulement de l'eau mais aussi des sédiments et des éléments nutritifs. En fonction du terrain sur lequel elle coule, des matériaux qui le composent, de l'inclination et du débit liquide, la rivière transporte aussi diverses granulométries de matériaux solides. On peut donc constater que ce qui prédomine dans les différents tronçons de la rivière sont les galets, les graviers, les sables, les limons, etc. Ce débit solide est un élément fondamental des processus hydrodynamiques dans les lits des rivières, *a fortiori* quand on conçoit des infrastructures ou que l'on mène des projets d'amélioration de l'environnement ou de restauration fluviale.

D'autre part, il faut comprendre que le débit des rivières n'est pas constant et encore moins lorsqu'il s'agit de rivières avec un régime méditerranéen. Dans ce cas, il est normal que plusieurs tronçons s'assèchent en été et ne conservent que quelques flaques d'eau. Il est normal aussi qu'il y ait de fortes crues pendant la saison des pluies. On parlera donc de "régime naturel des débits". C'est pour cette raison que, lorsqu'il s'agit de

prévoir le maintien de débits de rivières régulées par des barrages, on emploie le terme de "régime environnemental des débits" ou "débit environnemental" ou encore "débit écologique". Le terme technique complet montre bien qu'il ne s'agit pas d'un débit constant mais plutôt d'un régime qui varie en fonction de telle ou telle saison. En d'autres mots, le but d'établir un débit environnemental est de maintenir à tout moment les débits minimums nécessaires pour simuler le débit naturel et que soient maintenus tous les systèmes et processus écologiques (les rives, les processus morphodynamiques, la biodiversité, etc.). Par conséquent, les débits environnementaux calculés pour des rivières qui sont régulées ne doivent pas seulement garantir un débit minimum à certains moments de l'année, mais aussi de reproduire des crues ordinaires et exceptionnelles, même si cela se fait de façon contrôlée.



PHOTO 3.4

Sur la photo, on peut voir un tronçon typique de rivière méditerranéenne qui serpente dans son propre lit tapissé de graviers. (c) Tony Herrera.

3.2 LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET LES ALTÉRATIONS DES RIVIÈRES

L'être humain détériore toujours plus rapidement les écosystèmes dont il dépend pour vivre, comme s'il n'était pas conscient de ce fait. Normalement, l'homme au lieu de profiter de ces écosystèmes, les exploite. Ce qui veut dire qu'il n'en fait pas un usage raisonné qui empêcherait sa détérioration et donc aussi la possibilité de continuer à en jouir dans le futur. Le problème se résume à deux facteurs. D'un côté, le modèle économique dominant n'inclut pas dans son analyse de coûts et bénéfices tous les coûts relatifs à la perte des processus naturels qui nous fournissent les services écosystémiques. En même temps, il néglige le fait que la plupart des ressources qui sont utilisées ou détruites ne sont pas renouvelables et finiront par se raréfier ou s'épuiser. D'un autre côté, il ignore les conséquences réelles que l'altération et la destruction de l'environnement auront à court et surtout à moyen et long termes. Car il semble que le manque de connaissance

et de critères suffisants de la part de la société s'associe à une espèce de "confiance en la capacité de création et de développement technologiques de l'humain", enracinée dans l'esprit d'une bonne partie de la population. Nombreuses sont les personnes qui pensent que l'être humain pourra toujours avoir recours à de nouvelles ressources, se doter de technologies innovantes pour le recyclage ou la transformation de produits. En définitive, ils refusent l'idée que cette planète à une surface et des ressources limitées qui, si ne nous les utilisons pas de façon durable, finiront pas s'épuiser et marqueront la fin de notre mode de vie tel que nous le connaissons actuellement.

Il est vrai qu'une partie infime de la solution à nos problèmes environnementaux passe par le développement de technologies qui contribuent à ce que l'exploitation des ressources se fasse de façon beaucoup plus efficace. Mais dans le cas des bassins fluviaux, avec leur structure

complexe de cours d'eaux (rivières, ruisseaux, torrents, etc.) et de connexions avec les aquifères, les forêts riveraines, etc., on peut parfaitement comprendre que cette solution n'est pas aussi simple ni même la seule. Comme nous avons vu dans le chapitre précédent, les services écosystémiques que nous obtenons des rivières dépendent du correct fonctionnement de processus naturels très complexes. Cette complexité est due en grande partie aux multiples interconnexions qui existent entre tous ces processus et le territoire où ils se produisent. La qualité des eaux d'une rivière, par exemple, en supposant qu'il n'y ait pas de foyers de pollution ou d'altération d'origine humaine, dépendra du climat local, du type de sols, de la géologie et lithologie du territoire que traverse cette rivière, du type de végétation du bassin et de son état, des communautés d'êtres vivants qui habitent le bassin (des grands vertébrés jusqu'aux petits invertébrés, diatomées ou bactéries), entre autres

facteurs. Tous ces éléments se voient altérés en plus ou moins grande mesure par l'action humaine, ce qui finit par détériorer la qualité des eaux d'une rivière. De même, si nous analysions d'autres éléments comme la biodiversité d'une rivière, la qualité des paysages, etc., on parviendrait à la même conclusion.

Aussi, conserver une rivière équivaut finalement à conserver un territoire dans son ensemble et il est difficile de séparer l'un de l'autre. Cependant, pour pouvoir se faire une idée des problèmes concrets auxquels font face les cours d'eau, nous établirons une liste des principaux impacts environnementaux directs.

3.2.1. La pollution

Il existe de nombreux foyers de pollution que nous pouvons classer de façon simple en fonction de leur origine, de la typologie des polluants ou de la façon dont ils s'introduisent dans le système fluvial.

3.2.1.1. En fonction de leur origine

Il existe trois foyers principaux de pollution en fonction de leur origine: les eaux usées urbaines, la pollution industrielle et la pollution engendrée par les activités agricoles (tableau 3.1.).

SOURCES DE POLLUTION SELON LEURS ORIGINES	DESCRIPTION
LES EAUX USÉES URBAINES	Il s'agit de toutes les eaux qui reçoivent des déchets organiques d'origine humaine et animale provenant de communes. Elles se composent essentiellement de déchets fécaux et urinaires. En plus de ces déchets, de nombreuses substances pharmaceutiques (des médicaments) sont aussi versées dans les eaux, qui ont un impact très important sur les organismes aquatiques.
LA POLLUTION INDUSTRIELLE	Elle est composée des rejets provenant des industries. C'est une pollution d'origine chimique et, étant donnée l'énorme diversité de composés chimiques qui sont utilisés et synthétisés dans l'industrie, la composition et la dangerosité de ces rejets peuvent être très variables.
CONTAMINACIÓN DE ORIGEN AGROPECUARIO	Il s'agit de la pollution provenant de l'agriculture et de l'élevage. Elle est composée de divers types de polluants: des éléments nutritifs (principalement des nitrates et des phosphates contenus dans les engrais), des pesticides, des produits phytosanitaires, des médicaments pour les animaux de ferme (divers produits chimiques) et des sédiments dus aux phénomènes d'érosion qui sont eux-mêmes la conséquence directe de pratiques agricoles.
D'AUTRES SOURCES	Il y a d'autres foyers de pollution comme les fuites ou les accidents de centrales nucléaires ou la pollution engendrée par certaines activités comme la chasse qui produit d'énormes quantités de plomb qui se concentrent dans des zones où ce métal lourd finit par filtrer dans la chaîne trophique.

TABEAU 3.1
Description des principaux foyers de pollution selon leurs origines.

Bien que les eaux usées urbaines soient essentiellement composées de résidus organiques, elles contiennent aussi tous les produits à usage domestique que nous utilisons tels les détergents, les huiles et toute autre substance ou produit que nous jetons directement à l'évier, aux toilettes, etc. Souvent, les stations d'épuration sont efficaces pour éliminer les déchets organiques, mais ne sont pas capables d'éliminer d'autres substances nocives.



PHOTO 3.5 et 3.6

Photographies de 2008 qui montrent les effets de la pollution dans le fleuve Guadalquivir, au niveau de la commune de Pizarra (Málaga) et une pancarte qui revendique l'épuration des eaux. (c) Patricia Carrasco.

D'un côté, les rejets chargés de substances chimiques provenant de l'industrie représentent des dangers et des impacts très variables, en fonction des composants chimiques et de leur concentration. De nos jours, le niveau d'exigence en matière de dépuración de ces eaux auprès de l'industrie est élevé. Il y a des seuils à ne pas dépasser, établis pour une très grande majorité des substances classées et identifiées, qui sont relativement bien respectés. Cependant, chaque année, des centaines de nouvelles substances chimiques sont synthétisées pour l'industrie et il est donc difficile de maintenir la législation et la réglementation actualisées en temps réel et même de connaître l'impact que ces substances peuvent avoir sur l'environnement à court, moyen et long termes. D'un autre côté, et bien que les risques soient toujours mieux contrôlés et soumis à une surveillance et un suivi, il y a parfois des accidents qui peuvent causer des désastres. Si, pour ne pas faire de distinctions supplémentaires ni simplifier la classification, on inclut l'activité minière extractive dans l'activité industrielle, on a alors un exemple très clair d'accident grave ayant eu lieu en Andalousie en avril 1998 avec la rupture du bassin qui emmagasinait les boues polluées de la mine de Aznalcóllar.

Dans le cas de la pollution provenant de l'activité agricole, comme on peut le voir dans le tableau 3.1, il existe différentes typologies. Il est important de souligner que le sédiment est un foyer de contamination car il est habituellement absent d'une bonne partie de la bibliographie et dans des régions à forte vocation agricole il peut se trouver en grandes quantités. La mécanisation du labour de la terre s'est généralisée ces dernières décennies. Elle a favorisé les processus d'érosion qui sont parfois très graves, avec la formation en quelques années de crevasses de 20 mètres de profondeur. Le phénomène est d'autant plus grave qu'aux activités de labour intensif de la

terre s'ajoute l'usage de produits phytosanitaires qui supprime la couverture herbeuse qui protège le sol de l'érosion. Tout le sédiment généré par les processus d'érosion finit dans les rivières et les ruisseaux, ce qui provoque des bouleversements de la dynamique fluviale, entraînant la modification très rapide du tracé des cours d'eau; en d'autres mots, les rivières sont de plus en plus capricieuses et plus changeantes en moins de temps. D'un autre côté, l'excès de sédiments obstrue les cours d'eau et réduit leur capacité d'évacuation des eaux pendant les crues, ce qui favorise à son tour le débordement et l'inondation. Finalement, il existe une autre conséquence grave et directe de l'excès de sédiments sur les écosystèmes eux-mêmes et la biodiversité. Ce n'est pas seulement une eau excessivement et anormalement trouble qui affecte les communautés d'êtres vivants qui habitent certains tronçons de la rivière, mais aussi l'accumulation de boues qui réduit la diversité de microhabitats (parties de berges de limon fin, zones de graviers de différentes granulométries, des grandes roches qui servent de refuges, etc.) en homogénéisant le lit fluvial et en réduisant ainsi la biodiversité. Certaines espèces se voient également affectées par l'excès de sédiments dans l'eau, qui réduit la capacité de leurs organes respiratoires, comme c'est le cas avec les branchies de certains invertébrés aquatiques, très sensibles à ce phénomène.



PHOTO 3.7

Image d'une crevasse qui s'est creusée en quelques années dans une oliveraie, tirée du reportage élaboré pour le programme EL ESCARABAJO VERDE (le scarabée vert) de Televisión Española et qui traite des problèmes d'inondations fluviales. (c) Fernando Salas.

3.2.1.2. Polluants selon leur typologie

Nous avons vu d’une certaine façon que, en fonction de leur typologie, il existe divers types de substances que l’on peut considérer comme étant des polluants et qui, suivant leur degré de dangerosité et de concentration, peuvent avoir des conséquences très graves. Ces polluants sont classés de façon simple dans le tableau 3.2

Même si on considère que la pollution d’origine organique à un caractère réversible, et si, en éliminant la charge excessive de substances organiques au moyen d’une réduction ou une dépuration, on parvenait à récupérer la qualité de l’eau, ce résultat ne serait pas toujours possible. Il peut arriver que certaines espèces de l’écosystème, disparues au cours des années où la rivière présentait une mauvaise qualité des eaux à cause de la pollution organique, ne puissent jamais être récupérées, même en parvenant à récupérer la bonne qualité des eaux (en d’autres mots, nous avons annulé la capacité de résilience de la rivière). On dira qu’il n’est pas facile de compenser les extinctions locales qui ont eu lieu, surtout s’il s’agit d’espèces qui vivent dans des habitats concrets mais pas suffisamment accessibles pour permettre de recoloniser la rivière ou qui ne jouissent pas d’une bonne mobilité ou d’une bonne capacité de recolonisation. Au pire des cas, ce sont des espèces endémiques qui disparaissent définitivement.

PRINCIPAUX TYPES DE POLLUANTS	DESCRIPTION
ÉLÉMENTS NUTRITIFS ET POLLUANTS ORGANIQUES	Dans ce classement, on trouve aussi bien les polluants d’origine urbaine (eaux usées, graisses et huiles d’origine végétale ou animale, etc.) que ceux d’origine agricole. Comme ce sont des substances organiques, les rivières ont une certaine capacité d’autoépuration.
SUBSTANCES CHIMIQUES ET MÉTAUX LOURDS	Ils proviennent essentiellement de l’industrie et de l’activité agricole (produits phytosanitaires, médicaments, etc.). Selon le degré de toxicité ou dangerosité de chaque substance, ou de sa concentration dans les rejets, elles auront des conséquences plus ou moins graves. Un fait curieux, par rapport à la pollution organique, est que ces mêmes conséquences peuvent être irréversibles.
SÉDIMENTS ET CHARGE SOLIDE	Il ne s’agit pas d’un polluant à proprement parler mais des éléments qui composent le débit solide naturel d’une rivière et qui caractérisent sa géomorphologie, ses microhabitats potentiels, etc. Mais en quantités excessives et comme conséquence directe de l’activité humaine (agricole surtout), ces éléments se transforment en une substance qui affecte le comportement normal de la dynamique fluviale et les écosystèmes fluviaux.
AUTRES	Les eaux et substances radioactives.

TABLEAU 3.2
Description des différents types de polluants.

3.2.1.3. Les polluants selon leur forme de s'introduire dans le système fluvial

Il est tout aussi important de classer les polluants en fonction de leur entrée dans le système fluvial. En faisant cela, on peut différencier la pollution localisée de la pollution diffuse (tableau 3.3).

TYPES DE POLLUANTS	DESCRIPTION
LA POLLUTION LOCALISÉE	C'est celle que l'on peut facilement localiser à travers des points de rejets concrets, que ce soit la sortie des effluents de stations d'épuration (d'origine urbaine ou industrielle) ou des rejets directs de petites industries, de communes, etc.
LA POLLUTION DIFFUSE	C'est celle qui se produit de façon délocalisée et qui est donc plus difficile à contrôler et à surveiller. L'activité agricole et l'urbanisme sauvage et dispersé sont les principaux foyers de ce type de pollution.

TABLEAU 3.3

Les différents types de polluants en fonction de leur façon de s'introduire dans le système fluvial.

Nous mettons souvent au centre du problème les foyers de pollution localisée, soit parce que leurs effets directs sont plus visibles soit parce que nous nous sentons davantage capables de les résoudre. Cependant, la pollution diffuse implique d'autres risques. Par exemple, il est très difficile de contrôler les petits rejets dispersés (la quantité de flux, ses paramètres physiques et chimiques, etc.) puisqu'il n'est plus possible de les mesurer de façon continue comme on peut encore le faire dans les zones de rejet de stations d'épuration d'eaux usées ou industrielles. Il est donc aussi plus difficile de sensibiliser l'opinion sur la pollution diffuse parce qu'il est difficile de faire comprendre à celui qui génère un petit foyer de pollution, qu'il juge peu important, que l'effet de sa pollution, ajoutée à celle de tous les autres foyers de pollution similaire au sien, peut devenir grave. Dans le cas de la pollution d'origine agricole, la pollution diffuse est courante et il est donc nécessaire de mener une campagne intensive d'éducation et de sensibilisation accompagnée de politiques à faveur de la prévention, comme l'octroi d'aides et de subventions en fonction des résultats en matière agricole environnementale.

PHOTO 3.8

La pollution n'est pas toujours due aux rejets ou aux substances dissoutes dans l'eau. On rejette aussi parfois dans les rivières des déchets et matériaux qui contiennent des substances très nocives. (c) Tony Herrera.



3.2.2. Autres sources d’impacts et d’altérations des cours d’eau

L’autre grande source d’impacts sur l’environnement des rivières comprend tous les types d’altérations qui affectent directement sa structure et son fonctionnement naturels ou ses habitats et sa biodiversité. Pour citer au moins les principales sources d’impacts, nous utiliserons deux formes de classification. D’un côté celle qui recense les cas où l’altération affecte la connectivité latérale, longitudinale ou verticale, et d’un autre côté, celle qui réunit les altérations en fonction de leur origine.

3.2.2.1. Les altérations et les impacts selon leurs effets sur la connectivité fluviale

TYPES DE CONNECTIVITÉ AFFECTÉE	ACTION	ORIGINE/TYPE D’ACTIONS
CONNECTIVITÉ LATÉRALE	Réduction de l’espace fluvial ou du champ de mobilité de la rivière	Urbanisme, agriculture, infrastructures (routes, chemins de fer, canaux d’irrigation, etc.)
	Travaux de protection	Canalisations en béton, brise-lames, buttes
	Destruction de la végétation riveraine	Élagages sauvages, nettoyages des cours d’eau
CONNECTIVITÉ LONGITUDINALE	Barrages (d’approvisionnement en eau, d’irrigation ou d’exploitation hydroélectrique)	
	Barrages de dérivation (pour l’irrigation ou l’exploitation hydroélectrique)	
	Autres infrastructures transversales	Gués et passages
CONNECTIVITÉ VERTICALE	Captages d’eau et surexploitation des aquifères	Pompages d’eau du lit de la rivière. Puits.

TABLEAU 3.4

Les principales altérations et impacts sur les cours d’eau, en fonction de leurs effets sur la connectivité.

Dans le cas de la connectivité latérale, comme on peut le voir dans le tableau 3.4, nombreuses sont les actions courantes qui ont un impact sur les cours d’eau. Les plus courantes sont celles qui causent l’invasion de l’espace fluvial,

que ce soit la zone inondable ou bien le système hydrique. La plupart des problèmes d’inondation est due à l’invasion par les constructions et les infrastructures humaines des plaines inondables de la rivière, c’est-à-dire ces espaces que

l'eau n'occupe que lors de crues exceptionnelles. Mais l'homme aussi envahit parfois le système hydrique, ce qui fait que les crues ordinaires peuvent finir par nous affecter elles aussi. L'agriculture a tendance à batailler avec la végétation riveraine sur les berges; les agriculteurs ne respectent pas la largeur naturelle des bois riverains qu'ils grignotent pour gagner de la terre pour leurs cultures qui soit le plus près possible du cours d'eau ou de la zone fluviale. Pour se protéger des inondations et pour gagner de l'espace sur les rivières,

on place des canalisations en béton qui rendent perméables les marges fluviales et annulent la connectivité latérale. Quant aux brise-lames en pierre, au lieu d'imperméabiliser les berges, ils détruisent la végétation riveraine et empêchent la colonisation de la plupart des espèces et la formation naturelle d'un bois riverain structuré. Ces brise-lames favorisent la prolifération d'espèces végétales envahissantes comme le grand roseau (*Arundo donax*) et aussi animales, comme le rat qui trouve là un habitat idéal.



PHOTO 3.9 et 3.10

Aspect de la construction d'un brise-lames (rivière Chillar, Málaga) et d'une canalisation en béton sur la rivière Pudio (Séville). (c) Tony Herrera.

PHOTO 3.11 et 3.12

Aspect de la construction d'un brise-lames sur la rivière Herrera, (Saragosse) et d'une canalisation en béton sur la rivière Sosa (Monzón). (c) Alfredo Ollero.

Une autre façon de se protéger des inondations consiste à construire des buttes, très souvent utilisées sur des terres agricoles. Ces buttes sont des monticules artificiels, généralement de terre et même parfois asphaltées, construites à proximité des berges pour élever la hauteur des marges et empêcher que les terrains voisins soient inondés. C'est justement cette inondation qui dépose des sédiments sur la plaine fluviale et qui fertilise ainsi la terre, tout en favorisant la recharge naturelle des aquifères. Parfois aussi, la connectivité latérale est altérée par tout type d'actions qui détruisent ou altèrent la communauté d'espèces riveraines, comme les élagages sauvages, les plantations de peupliers ou d'espèces exogènes, ou les très populaires nettoyages de cours d'eau qui, dans la plupart des cas, se font à l'aide de machines lourdes qui détruisent la végétation riveraine.

En ce qui concerne la connectivité longitudinale, les principaux impacts environnementaux connus sont les barrages. Parfois, l'ouverture des vannes de barrages peut avoir des effets très néfastes sur les écosystèmes fluviaux en provoquant des changements brusques de température ou bien en relâchant de l'eau pompée en profondeur, pauvre en oxygène mais chargée de particules en suspension, qui peut asphyxier les poissons ou d'autres espèces aquatiques. Les barrages, en plus d'altérer le régime naturel des cours d'eau, représentent une barrière qui bloque les migrations d'espèces aquatiques tout au long de l'axe longitudinal des rivières. Les poissons, en



PHOTO 3.13

Un tronçon de la rivière Grande (Málaga) où l'on peut voir des habitations en zones inondables avec un mur en béton et des brise-lames sur les marges du cours d'eau, construits pour les protéger. Sur la même photo, on peut voir aussi des cultures qui s'étendent jusqu'au bord de l'eau, la prolifération de roseaux (*Arundo donax*) qui envahissent les berges et d'autres infrastructures comme le câblage électrique qui ont un impact sur le paysage. (c) Tony Herrera.

particulier, voient leur population diminuer ou même disparaître face à l'impossibilité d'accéder aux zones de frayères en amont ou ne pouvant pas redescendre dans les estuaires ou en aval, là où ils résident le reste de l'année. L'altération du régime naturel des cours d'eau (non seulement la quantité d'eau qui circule en aval du barrage mais la façon dont elle le fait puisque les barrages entravent ou laminent les crues) a un impact direct sur la composition des espèces de flore et de faune qui vivent dans l'eau et aussi sur les berges. On a pu constater que les rivières méditerranéennes contrôlées par des barrages présentent une population plus importante d'espèces piscicoles envahissantes qui ne supporteraient pas les crues brusques et naturelles des cours d'eau contrairement aux espèces autochtones* qui sont mieux adaptées à ce phénomène. Certaines zones de passage, gués et stations de jaugeage qui sont construites

* Glossaire. P. 120

**PHOTO 3.14 et 3.15**

Aspect de l'impact visuel et l'effet de barrière d'un barrage auquel s'ajoute l'impact d'autres infrastructures qui y sont associées et situées en aval du barrage. (c) Tony Herrera.

sur les cours d'eau peuvent avoir un impact très important et affecter de nombreuses espèces, en particulier les piscicoles. Il est souvent relativement facile d'éviter cet impact au moyen d'une conception adéquate de ces infrastructures ou en installant des échelles ou des passes à poissons.

**PHOTO 3.16 et 3.17**

On peut voir sur ces photos différents types de barrages qui empêchent le passage de la faune piscicole. À droite, on peut voir le travail de mesure des chercheurs qui évaluent la portée de l'impact d'un petit barrage sur les populations de poissons autochtones. (c) Francisco Capell.

Finalement, en ce qui concerne la connectivité verticale, on remarquera que le principal impact n'est autre que la conséquence du manque de contrôle des différentes formes de captage d'eau. Il y a aussi de nombreux problèmes avec l'imperméabilisation des lits des rivières au moyen de canalisations. Des progrès réels ont été faits dans ce sens ces dernières années, mais pas autant en ce qui concerne la planification

**PHOTO 3.18**

La photo montre la plaque en béton d'une station de jaugeage de presque 12 mètres de long. Les poissons qui essaient de remonter à contre-courant n'ont plus la force de franchir cet obstacle. Cependant, si on plaçait des roches stables ou des structures artificielles, dont la disposition schématique est visible ici en jaune, les poissons pourraient franchir cet obstacle en donnant plusieurs impulsions et en récupérant leurs forces après chacune d'elles, car ils pourraient se protéger du courant derrière ces structures. (c) Tony Herrera.

et la gestion de la demande, ce qui fait qu'il y a toujours une claire surexploitation de nombreux aquifères. La pollution des rivières peut aussi passer à l'eau des aquifères, ce qui cause un grave problème étant donné le faible taux de renouvellement des eaux. De même, lorsqu'on pompe de l'eau directement de certains tronçons du cours d'eau, ceux-ci finissent par s'assécher. Pour réaliser ces tâches, quand l'eau se raréfie, on utilise aussi des machines lourdes dans le lit de la rivière pour tenter de concentrer les mares aux points de captage, modifiant ainsi la géomorphologie du cours d'eau et altérant la végétation riveraine. Mais ce qui doit nous alerter le plus dans ce paragraphe est le phénomène de tassement du sol qui diminue ou qui peut affecter gravement la connectivité de la nappe phréatique. Enfin, si on assèche en superficie, on peut aussi causer chez les communautés végétales riveraines un stress hydrique beaucoup plus important que celui qui se produirait naturellement.

**PHOTO 3.19 et 3.20**

À gauche, on peut voir comment l'eau des mares situées en amont est détournée vers un captage d'eau pour l'irrigation. Ces opérations, pour la plupart totalement illégales, se font avec des machines lourdes à l'intérieur du lit de la rivière. Même chose sur la photo de droite où l'on voit la construction d'une digue en terre pour retenir l'eau dans une aire de captage. (c) Tony Herrera.

3.2.2.2. Les impacts selon leur origine

Dans ce paragraphe, nous parlerons des impacts qui n’ont pas encore été mentionnés, mais aussi d’autres que nous avons déjà vus dans le paragraphe précédent. Mais cette fois, nous ferons un classement en fonction de leur origine et nous définirons de façon très schématique quelles sont les causes, les impacts et les solutions concrètes ou les possibles solutions (tableau 3.5).

FACTEURS	CAUSES/ PRINCIPAUX EFFETS	AUTRES EFFETS	SOLUTIONS
INFRASTRUCTURES NON HYDRAULIQUES	Augmentation du captage de l’eau aussi bien en superficie que souterraine.	Réduction du niveau phréatique et de la disponibilité en eau dans le lit de la rivière.	Renforcer l’usage durable de la ressource “EAU” en gérant la demande pour l’adapter au climat et aux ressources de chaque territoire.
	Altérations de la végétation et des structures des berges.	Augmentation de l’érosion. Augmentation des particules solides en suspension. Obstruction de petits cours d’eau qui augmente les risques d’inondations. Perte de biodiversité.	Éviter les infrastructures superflues. Augmenter l’efficacité des études qui analysent les impacts sur l’environnement (surtout l’application stricte de mesures correctives, de suivi et de surveillance). Développer des projets d’amélioration de l’environnement et de restauration basés sur des techniques de bioingénierie.
	Introduction d’éléments étrangers au paysage.	Impact sur la qualité et singularité des paysages.	Éviter les infrastructures superflues et éliminer celles qui ne sont plus en fonctionnement. Établir des mesures correctives, aussi bien dans la phase de conception et rédaction des projets que dans la phase finale des travaux, pour l’intégration des infrastructures dans le paysage et ses habitats. Renforcer les actions et la surveillance pour mettre en place ces mesures correctives et assurer leur suivi et monitoring.

TABLEAU 3.5
Principales actions ou impacts sur les cours d’eau, classés en fonction de leur origine.

FACTEURS	CAUSES/ PRINCIPAUX EFFETS	AUTRES EFFETS	SOLUTIONS
INDUSTRIE ET AUTRES USAGES	Rejets polluants.	Pollution chimique de l'eau. Risque pour la santé et perte de biodiversité.	Contrôles et mesures d'épuration efficaces. Réutilisation de l'eau. Plans de prévention de risques et d'urgence. Incitation aux entreprises pour réduire leurs niveaux de pollution. Application du principe de "Pollueur Payeur".
	Utilisation de l'eau pour réfrigérer.	Altération de la température des eaux fluviales. Perte de biodiversité.	Réutilisation de l'eau. Mécanisme et mesures pour réfrigérer l'eau.
	Consommation d'eau.	Réduction des débits et diminution du niveau phréatique.	Réduction de la consommation et réutilisation. Établir le régime naturel de débits et contrôler sa mise en place.
AGRICULTURE	Création de nouvelles irrigations dans des zones pauvres en eau.	Construction de barrages et de dérivations pour compenser les nouvelles demandes.	Favoriser une agriculture durable, adaptée au climat et aux ressources de chaque zone. Gérer la demande en eau.

FACTEURS	CAUSES/ PRINCIPAUX EFFETS	AUTRES EFFETS	SOLUTIONS
AGRICULTURE	Rejets et ruissellements hautement chargés en matière organique (engrais, margines, eaux usées, etc.).	Eutrophisation des eaux	Contrôle des rejets illégaux. Épuration des eaux avec des techniques douces qui s'adaptent à de petites exploitations agricoles. Campagnes d'information et de sensibilisation. Incorporation de mesures agricoles et environnementales dans les politiques de subventions et d'aides à l'agriculture.
	Captages illégaux d'eau pour l'irrigation.	Destruction et assèchement de mares importantes pour la survie de la faune aquatique. Réduction des débits estivaux.	Augmenter la surveillance, le contrôle et les sanctions sur les cours d'eau. Application rigoureuse de la réglementation en vigueur.
	Altération du lit de la rivière avec des machines lourdes utilisées par des particuliers pour nettoyer les cours d'eau ou former des nappes qui retiennent l'eau pendant l'été.	Perte de biodiversité. Destruction des habitats. Augmentation des risques d'érosion et d'inondations en début de périodes de précipitations.	Contrôle et surveillance des interventions. Application rigoureuse du règlement en vigueur.
INTRODUCTION D'ESPÈCES ALLOCHTONES	Introduction par l'homme, qu'elle soit accidentelle ou volontaire.	Perte de biodiversité. Une fois que les espèces introduites se sont acclimatées, leur éradication est très difficile. Elles concurrencent les espèces autochtones (et elles en éliminent une grande partie de l'écosystème) pour l'obtention des ressources nécessaires à leur survie.	Les solutions sont très compliquées et coûteuses, et dans la majorité des cas, les effets sont irréversibles.

TABLEAU 3.5

Principales actions ou impacts sur les cours d'eau, classés en fonction de leur origine.

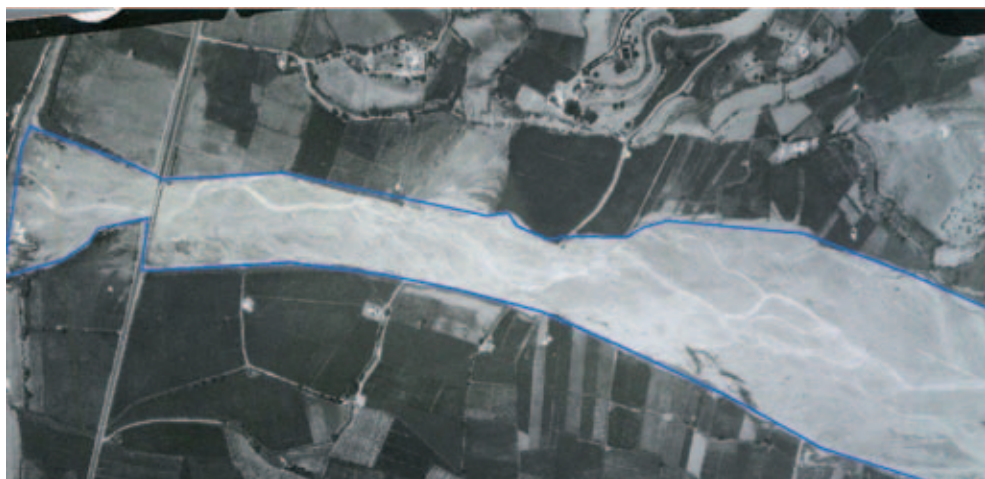
FACTEURS	CAUSES/ PRINCIPAUX EFFETS	AUTRES EFFETS	SOLUTIONS
INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES (BARRAGES)	Altération du régime naturel des débits des rivières. Dans le tronçon affecté, on passe d'un écosystème d'eau courante (la rivière) à un écosystème d'eau stagnante (retenue).	Barrières pour la faune et la flore, en particulier la faune aquatique. Effet de barrière pour la faune terrestre. Perte de biodiversité. Altération de la végétation riveraine suite à la perturbation du régime naturel des débits. Diminution du nombre de microhabitats potentiels.	Gérer la demande en eau en évitant à tout prix la construction de nouveaux barrages et en éliminant ceux qui sont superflus. Dans le cas de retenues d'eau existantes ou dont la construction est inévitable, il faudra établir des débits environnementaux corrects et appliquer autant que possible les mesures correctives ou compensatoires pour diminuer les impacts (comme des échelles ou passes à poissons, protections de terrains à proximité qui favorisent la connectivité pour la faune terrestre, etc.).
INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES (DÉRIVATION)	Déséquilibres territoriaux de nature sociale et économique.	Caractère conflictuel interrégional.	Aménagement territorial, planification urbaine et gestion de la demande. Appliquer de façon réaliste les analyses de coûts et bénéfices à ces infrastructures.
	Favorisent la prolifération d'espèces envahissantes ou qui altèrent la génétique des populations d'espèces natives.	Hybridation entre espèces et perte de biodiversité génétique. Extinction d'espèces due à la concurrence entre espèces pour leur survie.	Installation de barrières qui empêchent le passage de la faune lors de dérivations (cette solution est complexe et n'est pas possible pour tous les types d'espèces: certaines d'entre elles, les plus nocives, sont impossibles à retenir de cette façon, dû à la taille minuscule de leurs œufs ou à leur état larvaire.
	Diminution des débits des rivières qui se jettent dans la mer.	Diminution de l'apport d'éléments nutritifs et de sédiments dans les deltas et les embouchures avec comme conséquence l'altération des écosystèmes.	Gérer la demande en eau pour empêcher la dépendance à ces infrastructures.

**PHOTO 3.21**

Sur cette photo, le ruisseau de La Jordana (Málaga) illustre l'impact environnemental et la pression urbanistique causés sur les cours d'eau.

**PHOTO 3.22**

Sur cette image, on peut voir l'impact de travaux d'infrastructures sur la rivière Laou au Maroc.
(c) Tony Herrera.

**PHOTO 3.23 et 3.24**

Vues aériennes qui montrent le ruisseau Algarrobo, dans la région de la Axarquía de Málaga, en 1966 (en haut) et 2007 (en bas). On peut voir clairement l'occupation de l'espace fluvial par des constructions et des activités agricoles. Montage cédé par Rafael Yus.

3.3 CONSERVATION ET ENTRETIEN DES COURS D'EAU

3.3.1. Le changement de paradigme

En Espagne, l'approche conventionnelle, étrangère à une vision de gestion écosystémique des cours d'eau, et qui prédominait avant que n'apparaisse en 2000 la Directive Cadre sur l'Eau (DMA) européenne, a également eu une incidence sur la façon que l'on a encore aujourd'hui de comprendre la conservation des rivières. Les Confédérations Hydrographiques responsables de la gestion des cours d'eau, qui se sont limitées à gérer l'eau comme une ressource et non pas la rivière comme un écosystème, ne se sont pas beaucoup préoccupées de la conservation des rivières. Les priorités, encore récemment, ont été de capter au maximum les ressources pour l'approvisionnement des besoins humains, surveiller que cette ressource puisse être disponible et contrôlée et veiller à ce que les cours d'eau maintiennent leur capacité maximale d'écoulement lors de crues ou de montées des eaux exceptionnelles. Cette conception obsolète de la gestion des cours d'eau n'a servi de base qu'à de rares et ponctuelles tâches d'une véritable conservation qui se sont limitées, dans la plupart des cas, à l'entretien de certaines espèces piscicoles pour leur intérêt économique ou sous la pression de collectifs de pêcheurs. Ce qui

a prévalu, en marge de la construction, gestion et entretien de tout type d'infrastructures de stockage, d'approvisionnement et d'irrigation, a été le nettoyage des cours d'eau comme s'il s'agissait de canaux dépourvus de toute végétation, et la construction de brise-lames, canalisations et buttes en guise de protections contre l'érosion et les inondations.

Cependant, comme nous l'avons déjà vu auparavant, l'apparition de la DMA implique un changement de paradigme en ce qui concerne la gestion de l'eau en Europe. Cette directive impose un modèle de gestion écosystémique et donne priorité à la conservation réelle comme garantie d'une disponibilité future des ressources. Cela a mené les administrations des bassins hydrographiques à remplir des tâches très différentes de celles auxquelles elles étaient habituées jusqu'à récemment, comme la gestion et conservation des écosystèmes fluviaux, veiller à la durabilité des approvisionnements et à l'amortissement des coûts économiques des nouvelles infrastructures. Ce changement au sein des administrations se fait très lentement mais de façon palpable. Et même si le changement définitif au niveau de la gestion n'a pas encore eu lieu parce qu'il subsiste des résistances, il faut cependant reconnaître l'effort qui a été fait. En

l'occurrence, parmi les changements qui doivent encore se produire, il y a l'inclusion de nouveaux profils professionnels, biologistes, environnementalistes, ingénieurs en montagne et ingénieurs agronomes, etc., capables d'assumer une bonne partie des tâches que la DMA confie aux organismes qui gèrent les bassins fluviaux.

Au Maroc, ce changement de paradigme orienté vers un modèle de gestion écosystémique ne s'est pas encore produit. Cependant, de nombreuses initiatives ont vu le jour ces dernières années dans le but de résoudre les problèmes de gestion des eaux usées, en parallèle avec d'autres projets d'amélioration et de garantie des approvisionnements et de l'irrigation. La population étant très dispersée sur le territoire, cela complique la tâche puisque, comme nous avons vu précédemment, la pollution diffuse est un problème plus difficile à résoudre. Actuellement, le pays est en train de développer une grande

partie des projets *ad hoc* à travers la coopération internationale, notamment avec des pays européens comme l'Espagne. Cependant, il existe le risque que que les intérêts économiques de grands groupes du secteur de la construction dans les projets de grands barrages, de dérivations, de stations d'épuration et de désalinisation empêche l'apparition d'autres intérêts fondamentaux en jeu, comme la conservation des ressources elles-mêmes et tous les services écosystémiques qui y sont associés. Le Maroc tient là une grande opportunité de bien gérer son patrimoine naturel étant donné qu'une grande partie des infrastructures dont le pays a besoin n'a pas encore été construite. Et il est donc possible de faire prévaloir les critères environnementaux dans lesdits projets, afin de préserver l'intégrité de ce patrimoine, car il représente sans aucun doute le futur à moyen et long termes de ce pays.



PHOTO 3.25

Cette image d'un cours d'eau à Fès (Maroc) montre jusqu'où peuvent arriver la dénaturalisation, la dégradation et la pollution des cours d'eau. Dans ce cas, la canalisation s'ajoute à la pollution. (c) Núria Bonada.

3.3.2. Du “nettoyage” à la “conservation et entretien” des cours d’eau

Une fois formées les équipes techniques nécessaires et après avoir repensé les priorités en matière de budget, les administrations des bassins fluviaux pourront s’atteler à la tâche importante de “conservation et entretien des cours d’eau” comme alternative au “nettoyage de cours d’eau” qui est habituellement demandé. Effectivement, en plus de gérer la demande en eau et les infrastructures nécessaires pour l’approvisionnement, les organismes chargés de la gestion des bassins fluviaux doivent veiller à la protection des ressources en eau et de tous les services écosystémiques associés.

3.3.3. Conservation et entretien des cours d’eau

3.3.3.1. Diagnostic et planification

La première chose que doit faire toute administration en charge de la conservation d’un bassin fluvial est un diagnostic détaillé de l’état de tout le réseau de rivières, ruisseaux, torrents, etc. Ce diagnostic doit se faire dans une optique de conservation et doit donc inclure les aspects et les dimensions suivants:

- Occupation et usages du sol.
- Demande en eau et systèmes de captage et de stockage.
- Analyse des pressions et impacts (IMPRESS).
- État des aquifères associés au bassin d’une rivière.
- Plan d’aménagement urbain et du territoire.
- État de la qualité écologique des eaux et des rives (indices biologiques, qualité des rives, etc.).
- État géomorphologique du cours d’eau et description de la dynamique fluviale des principaux cours d’eau.
- État de la qualité physique et chimique de l’eau.
- Inventaire des infrastructures et évaluation de celles qui sont obsolètes, désaffectées ou qui pourraient l’être dans le futur.
- Inventaire des espaces naturels qui se trouvent à l’intérieur ou en contact avec le bassin fluvial.

- Inventaire des réserves fluviales déclarées dans les Plans Hydrologiques de bassin ou par d'autres organismes de protection des réserves fluviales existantes.
- Inventaires de l'existence possible d'espèces de faune et de flore d'intérêt spécifique à l'intérieur du bassin, comme les espèces endémiques, les espèces protégées ou qui présentent des signes de vulnérabilité dans les listes officielles (la Directive Habitat, les lois nationales, régionales ou les listes internationales comme la Liste Rouge de l'Union Internationale de Conservation de la Nature -UICN, etc.).

La quantité d'éléments à prendre en compte, à analyser et à évaluer est fort grande, mais c'est une tâche nécessaire au vu du nombre de services écosystémiques en jeu et de la nécessité de les conserver pour garantir leur future disponibilité. Il est important que chacun des aspects que nous venons de mentionner soit envisagé avec rigueur ; il est donc nécessaire de leur allouer des budgets appropriés.

Une fois que toutes ces données sont entre les mains des administrations, il faut planifier une série d'actions pour résoudre les problèmes qui ont été identifiés et pour assurer le suivi régulier de tous les paramètres, de façon à suivre leur évolution, de contrôler si leur niveau se maintient durablement dans le temps, de détecter l'apparition de nouveaux conflits ou problèmes et de voir si ceux qui existaient déjà sont correctement résolus. En gros, c'est à cela que doit ressembler une bonne gestion de la conservation des cours d'eau. Il faut souligner que c'est une tâche très ardue, qui requiert la compréhension de diverses disciplines et de différents professionnels et qui doit incorporer à tout moment des mécanismes d'information et de participation citoyenne. Cependant, l'objectif de cet ouvrage n'étant pas de rédiger un manuel de gestion des bassins fluviaux, nous nous limiterons à approfondir uniquement ces aspects principaux qui affectent le plus la conservation des cours d'eau, en donnant certains conseils et recommandations.

3.3.3.2. Les brise-lames, canalisations et nettoyages de cours d'eau

Dans des conditions naturelles, le milieu fluvial dispose de mécanismes qui rendent superflues les opérations habituelles de nettoyage. Cependant, la présence d'infrastructures sur les cours d'eau et la progressive altération du régime hydrogéomorphologique et des usages du sol des berges, ont provoqué une augmentation exponentielle de ses opérations. De même, pour protéger les marges dépourvues de végétation et exposées aux processus d'érosion, on a étendu la pratique de construction de brise-lames en pierre

et, pire encore, de canalisations en béton qui imperméabilisent le lit de la rivière. Ces opérations provoquent ce que l'on appelle le cycle d'intervention conventionnelle sur les rivières qui, ajouté à d'autres types d'actions comme les dragages, les rectifications de cours d'eau, etc., génèrent un cercle vicieux de détérioration et empêchent la résolution des problèmes.

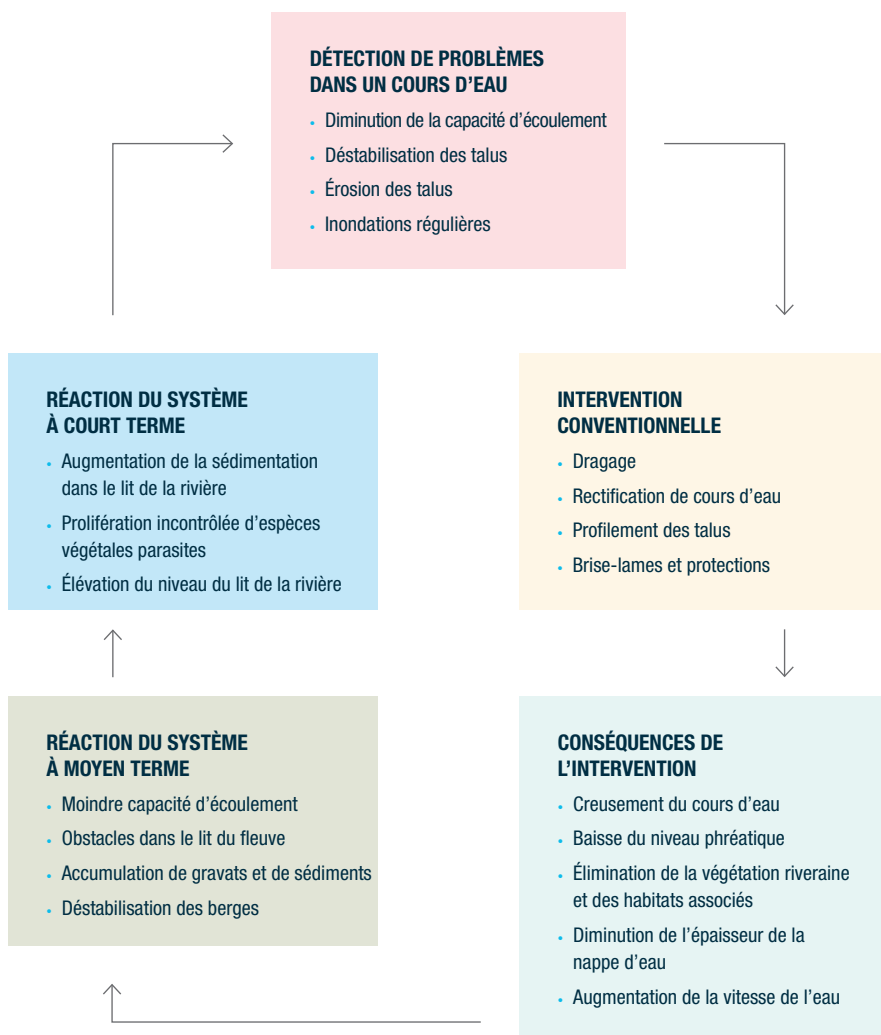


FIGURE 3.2

Le cycle d'intervention conventionnelle dans les rivières. Source: Jaso, C.; Sorolla, A. et Herrera, A. CEDEX, 2006. Manuel Technique de Restauration Fluviale.

Le problème repose essentiellement sur le fait que, lorsque l'espace fluvial est envahi par des activités diverses, celles-ci altèrent la dynamique naturelle et sont, de surcroît, incompatibles avec les processus naturels d'auto-régulation des rivières ou avec les besoins en temps que ces processus requièrent. La solution doit venir d'une analyse inverse: au lieu de mettre en cause les effets de la rivière qui nous gênent, nous devons analyser si ce ne sont pas justement nos actions qui entravent la dynamique fluviale. Il faut cependant être réalistes et, étant donné que la plupart des espaces fluviaux sont envahis par une multitude d'activités et d'infrastructures humaines, il faut reconnaître que nombreux sont les cas où l'altération des processus hydromorphologiques naturels est inévitable, et il faut donc trouver des solutions alternatives.



PHOTO 3.26 et 3.27

Opérations de nettoyage des cours d'eau effectuées dans les rivières de Málaga avec des machines lourdes qui éliminent de façon indiscriminée la végétation et les îlots de graviers déposés naturellement par la rivière, qui altèrent les processus géomorphologiques et qui favorisent les processus d'érosion. (c) Oscar Gavira.

Quand il est nécessaire de nettoyer la végétation qui occupe les lits des rivières, il faut le faire de façon sélective. Et même si on ne peut pas toujours faire abstraction de l'usage de machines lourdes, on favorisera autant que possible les travaux à la main, réalisés par des techniciens formés et spécialisés. De cette façon, au lieu d'écraser toute la végétation et même parfois aussi les marges, on sélectionnera les masses et espèces végétales que l'on peut récupérer par le biais d'élagages ou de débroussaillages. D'autre part, ces mesures contribuent à favoriser la création d'emploi en augmentant la demande de main-d'œuvre nécessaire, sans pour autant augmenter les coûts puisque l'usage des machines est lui-même très coûteux.

IMPACTS

1. Forte augmentation des processus d'érosion latérale et dans le propre lit de la rivière
2. Destruction de la végétation riveraine
3. Annulation des processus de régénération des communautés végétales riveraines
4. Destruction de microhabitats
5. Diminution évidente de la biodiversité
6. Impact négatif sur les espèces animales qui peuvent être protégées ou menacées d'extinction
7. Augmentation des espèces parasites, certaines pouvant affecter les intérêts humains
- 8 Forte dégradation de l'état écologique (manquement à la Directive Cadre sur l'Eau)
9. Augmentation des pointes de vitesse du courant
10. Annulation des processus morphodynamiques (transport, sédimentation, etc.)
11. Impact sur le paysage
12. Génération de conflits sociaux entre les détracteurs et les partisans de ces actions (qui ne font que rarement l'objet d'un consensus)

TABLEAU 3.6

Principales altérations et impacts causés par les nettoyages conventionnels de cours d'eau.

Si l'on observe attentivement les rivières méditerranéennes, on verra que la plupart des problèmes d'obstruction des infrastructures sont causés par l'accumulation de roseaux (*Arundo donax*). Cette espèce envahit les lits des rivières, surtout si la végétation naturelle des berges est altérée ou s'il y a un excès d'éléments nutritifs dans l'eau, dû à certains types de pollution (produite par l'agriculture, les eaux usées principalement d'origine urbaine). Il est pratiquement impossible d'éliminer les roseaux une fois que l'espèce s'est installée. Les nombreuses tentatives mises en place montrent que leur élimination n'est jamais totale et que le coût de ces opérations peut s'avérer très élevé. Aussi, nous proposons de contrôler cette espèce avec des débroussaillages réguliers et avec des opérations qui favorisent l'implantation d'espèces autochtones de végétation riveraine.

Il est essentiel d'agir à la source du problème en usant de critères de prévention pour récupérer dans la mesure du possible le régime naturel des débits (les crues naturelles de rivières qui ne sont pas régulées servent à éliminer et contrôler cette espèce envahissante sans avoir à mettre en place des interventions particulières) et pour améliorer la qualité des eaux.

Dans la mesure du possible, il convient d'éviter la construction de canalisations et de brise-lames ou bien de ne le faire qu'en cas de nécessité absolue,



PHOTO 3.28 et 3.29

À gauche, on peut voir une large zone riveraine et une plaine inondable envahies par les roseaux (*Arundo donax*), une espèce envahissante. À droite, on peut voir l'accumulation de ces roseaux dans le lit de la rivière qui finit par obstruer les voies d'écoulement des ponts, des routes, etc., ce qui cause des débordements ou des processus très intenses d'érosion ponctuelle. (c) Evelyn García.

lorsqu'il est indispensable de protéger des habitations ou des infrastructures déjà présentes dans l'espace fluvial. Dans ce cas-là, on essaiera dans un premier temps de remplacer ces structures qui présentent un fort impact environnemental par des interventions de bioingénierie (voir chapitre sur la restauration des rivières) beaucoup moins agressives et intégrées d'un point de vue environnemental. D'autre part, on essaiera d'éloigner le plus possible ces structures des berges (quand elles sont installées trop près des berges, elles ont non seulement un impact beaucoup plus important sur l'environnement des rivières et des rives, mais elles menacent aussi leur propre structure qui se retrouvent plus exposées aux crues et aux inondations).

3.3.3.3. Conception des interventions de conservation et d'entretien des cours d'eau

La conception des interventions de conservation et d'entretien des cours d'eau doit inclure les activités suivantes:

- Identification du tronçon qui requiert une intervention de nettoyage, de traitement sylvicole, de revégétalisation, structurelle, etc.
- Diagnoses qui incluent l'analyse de l'origine de l'altération et l'identification des mécanismes de développement de cette altération afin de pouvoir y remédier par la suite. Il convient aussi d'étudier les possibles actions et leur

justification finale (un aspect souvent négligé dans les projets traditionnels de nettoyage des cours d'eau), actions qui font prévaloir l'analyse des opérations à court terme.

- Réalisation des interventions en ligne avec les fonctions de l'administration hydraulique et avec les objectifs environnementaux des nappes d'eau.
- Évaluation de l'intervention une fois achevée. Il faudra peut-être revoir certains aspects et repenser les conceptions.
- Suivi et entretien: la priorité est donnée aux processus d'amélioration continue sur les opérations ponctuelles plus agressives sur l'environnement.

Les tâches de conservation et d'entretien des cours d'eau comprennent, en général, les travaux suivants:

- Déplacements de terre (dragages, ramassage des boues produites par les rejets, interventions structurelles ponctuelles, etc.).
- Élimination de déchets végétaux accumulés.
- Élagages et autres traitements sylvicoles.
- Élimination de plantes macrophytes.
- Élimination d'espèces allochtones* envahissantes.
- Ramassage des ordures.
- Interventions de bioingénierie pour faciliter les processus de restauration et d'accomplissement des objectifs structurels avec un impact environnemental minimum.

Chacun de ces aspects présente divers avantages et inconvénients pour le milieu fluvial (surtout dans le cas des déplacements de terre). Plus le tronçon sur lequel on intervient est grand, avec des interventions elles aussi plus intenses, et plus les impacts seront importants. Étant donnée la fragilité des systèmes fluviaux, il est recommandé, comme on l'a vu, de tabler sur des interventions moins agressives mais plus régulières dans le temps. Parmi les principaux impacts sur l'environnement qu'impliquent ce genre de travaux, on peut citer:

- La perte de zones de refuge et de reproduction pour les espèces de la faune aquatique et terrestre.
- Altération de la chaîne trophique.
- Accélération de l'introduction d'espèce végétales envahissantes et parasites.
- Augmentation de l'érosion localisée suite à des opérations de nettoyage, altération des processus de sédimentation.

* Glossaire. P. 120

- Augmentation de problèmes phytosanitaires touchant les espèces d'arbres traités.
- Déconnexion progressive entre la rivière et ses marges.
- Tassement des rives dû au passage de machines lourdes.

Il est clair que pour éviter le plus possible ces impacts, il faudra justifier la mise en place d'interventions qui requièrent des déplacements de terre et des dragages puisque, à terme, ces interventions sont destinées à améliorer l'environnement. Dans un premier temps, la conception et planification des opérations d'entretien et de conservation des cours d'eau devront être réalisées à l'échelle du bassin mais aussi au cas par cas pour chaque cours d'eau. Pour faciliter cette analyse préalable, nous proposons l'usage de la cartographie (à l'échelle qui correspond à chaque cas) où doit figurer les problèmes existants sur chaque tronçon (fissure du lit, érosion latérale, présence d'espèces végétales allochtones envahissantes, etc.). De cette façon, on pourra relier par exemple les problèmes d'érosion sur un tronçon donné avec des interventions de dragage sur un tronçon situé plus bas et apporter les corrections appropriées qui consisteraient à éliminer le dragage et restaurer le tronçon, au lieu de vouloir consolider les talus pour éviter l'érosion.

Il faut aussi souligner que la conservation des rivières dépend de la sensibilisation et de l'éducation du public en matière d'environnement, en particulier les populations riveraines ou celles qui peuvent être affectées par l'intervention menée sur un bassin fluvial déterminé. De même, il est nécessaire d'établir des mécanismes de participation citoyenne authentique dotés d'un budget approprié, qui ne se limitent pas seulement à la période d'élaboration des Plans Hydrologiques.



FIGURE 3.3

Couverture et reproduction d'une page intérieure de la revue "Cuaderno de Gea" (Cahiers de Gea), un Manuel didactique destiné aux professeurs et aux étudiants et élaboré par les membres de l'association locale JARA (à Coín), avec comme base une étude de la rivière Grande (Málaga) réalisé par la Fundación Nueva Cultura del Agua (Fondation Nouvelle Culture de l'Eau). (c) FNCA/ASOC. JARA.

3.3.3.4. Dragages

Comme on l’a vu, ces opérations devront être menées de façon exceptionnelle et seulement en cas d’une altération spécifique qui menacerait la population ou la dynamique naturelle du cours d’eau. Dans le tableau 3.6 on peut voir les principaux éléments qu’il conviendra d’évaluer et de prendre en compte quand on abordera ce genre d’interventions:

PAR RAPPORT AUX COMMUNAUTÉS DE FAUNE AQUATIQUE, EN PARTICULIER LES COMMUNAUTÉS PISCICOLES

1. Existence de spécimens jeunes de poissons (œufs, alevins, juvéniles) dans le périmètre d’action du dragage.
2. Le dragage augmente-t-il la production de sédiments en suspension à des niveaux tels que la faune aquatique puisse en être affectée?
3. Les conditions environnementales (par exemple une température de l’eau élevée ou des sédiments fins hautement chargés en matière organique) augmentent-elles l’effet des sédiments en suspension?
4. Quelle est la probabilité pour les poissons d’atteindre la frayère avant que les crues ne transforment la topographie comme conséquence du dragage?
5. Si les œufs sont déposés dans les zones stériles, quelle est la probabilité d’avoir des débits d’une capacité suffisante pour transporter de la matière pendant la période d’incubation?
6. Quel est le degré de stabilité des zones draguées par rapport aux aires naturelles de frayères?
7. Les aires potentielles de frayères sont-elles devenues si rares que de nombreux poissons pourraient déposer leurs œufs dans les zones stériles?
8. Dans quelle mesure le dragage affecte-t-il les processus géomorphologiques basiques pour le bien-être de la faune aquatique?
9. Possibles synergies négatives entre les effets négatifs du dragage sur les populations piscicoles et ceux d’opérations ou activités qui sont menées dans le milieu fluvial.

PAR RAPPORT À LA STABILITÉ DU COURS D’EAU

1. Dans quelle mesure la topographie originale du cours d’eau pourrait-elle être affectée par le dragage, en particulier la morphologie et la taille des matériaux dans les rapides et les eaux stagnantes?
2. L’érosion des berges augmentera-t-elle du fait du dragage?
3. Le cours d’eau peut-il récupérer sa morphologie originale après plusieurs crues?
4. Le dragage peut-il affecter les restes végétaux de grande taille et d’autres matériaux rugueux qui ont un effet sur la morphologie du cours d’eau?
5. Quelle est la portée des effets morphologiques et quelle est la position relative des dragages par rapport aux zones instables du cours d’eau?
6. Dans quelle mesure d’autres facteurs tels que le contrôle du régime des cours d’eau peuvent-ils interférer avec les effets du dragage lui-même?

TABLEAU 3.6

Principaux éléments à prendre en compte lors de la planification d’opérations de dragage.

3.3.3.5. Traitements sylvicoles

Dans une rivière qui dispose d'un espace suffisant et d'une dynamique naturelle, les bois riverains n'ont pas besoin de recevoir des soins spécifiques pour se développer et se maintenir. La meilleure gestion que l'on pourra appliquer dans ce cas-là est de ne pas intervenir. Une intervention se justifiera quand la rivière ne remplira pas ses fonctions ou ne répondra pas aux objectifs qui lui ont été fixés sur le plan hydrologique du bassin. La gestion sera alors considérée comme un facteur d'amélioration.

En général, les interventions sont justifiées par la nécessité d'augmenter la section d'écoulement du cours d'eau. Mais cela ne doit pas être un prétexte pour ne pas protéger au maximum les écosystèmes et la biodiversité de la rivière. Pour cette raison, la gestion devra être cohérente avec le reste des fonctions de la végétation (stabilisation des marges, valeur paysagère, intérêt biologique, etc.). Il est important de prendre en compte l'évolution que va connaître la végétation à court, moyen et long termes et de planifier les interventions d'entretien à moyen terme.

Nous énumérons en suivant une série de bonnes pratiques pour les traitements sylvicoles à appliquer aux formations végétales riveraines:

- Choix des époques appropriées pour éviter celles de plus fort développement des tissus au printemps ou en été.
- Réduire au maximum l'entrée des machines lourdes dans les zones sensibles.
- Les élagages doivent prendre en compte le type d'arbres et leur structure anatomique et éviter de laisser des souches et des coupes trop proches des troncs. Soulignons que les espèces végétales riveraines sont généralement peu adaptées aux élagages.
- Les formations végétales doivent recevoir un traitement intégré afin d'éviter la déconnexion entre celles-ci et le déséquilibre de leur composition.
- Dans les zones où la végétation est clairsemée, l'ouverture de la canopée doit se faire progressivement pour éviter que la lumière n'inonde trop subitement les zones riveraines. Cela favoriserait la prolifération au sol presque immédiate d'espèces parasites (qui apprécient les zones bien ensoleillées), ce qui empêcherait la régénération du bois riverain naturel de la zone.
- Il est important de différencier les espèces hélophytes* en fonction du caractère autochtone/allochtone et de leurs fonctions écologiques. Il est fréquent d'appliquer le même traitement aux roseaux (l'espèce envahissante *Arundo donax*), aux laïches et aux joncs quand ces derniers présentent des fonctions

* Glossaire. P. 120

écologiques beaucoup plus importantes que les roseaux. Les plantations de laïches et de joncs peuvent être d'importantes zones de refuge et de reproduction pour les poissons et les oiseaux liés au milieu aquatique.

3.3.3.6. Prévention et élimination des bouchons de végétation

Lors des travaux d'entretien des cours d'eau, on ôte généralement les bouchons et les zones de forte sédimentation. Il faut cependant avoir à l'esprit que ces freins hydrauliques localisés constituent de nouveaux milieux privilégiés pour la faune comme zones de refuge ou de frayères pour les poissons, d'alimentation ou même de transition entre le milieu aquatique et l'aérien (très important pour de nombreux invertébrés aquatiques). La décision de retirer ces bouchons devra donc être faite de façon raisonnée. Dans chaque cas, il faudra évaluer les risques que comporte la non-intervention et décider si l'élimination de l'obstacle est vraiment nécessaire pour faciliter le bon écoulement du cours d'eau ou pour garantir la stabilité des berges.

3.3.3.7. Les espèces envahissantes

Parce que le sujet mérite notre attention, nous avons déjà traité de la problématique spécifique et de la gestion des populations de roseaux (*Arundo donax*), l'une des principales espèces envahissantes des rivières méditerranéennes. Il est également fréquent de rencontrer dans nos rivières la présence d'espèces d'arbres introduites dans les bois riverains. C'est le cas des ailantes glanduleux (*Ailanthus altissima*), des érables noirs (*Acer negundo*), des robiniers (*Robinia pseudoacacia*), des peupliers noirs (*Populus nigra*), des eucalyptus (*Eucalyptus* sp.), etc. Ces espèces doivent être éliminées de façon sélective et progressive en évitant de créer de trop grandes clairières dans la masse arborée.

En ce qui concerne la faune, la diversité des espèces envahissantes et surtout de ses mécanismes d'introduction, de reproduction, de dispersion, etc., rend plus difficile un traitement simple que l'on ne saurait résumer dans cet ouvrage. On ne citera donc que quelques-unes des principales espèces, les plus répandues et qui affectent le plus les écosystèmes. Cependant, la liste des espèces est beaucoup plus exhaustive et il faut donc la réactualiser constamment. Voici les principales:

Invertébrés

Procambarus clarkii (l'écrevisse de Louisiane), *Dreissena polymorpha* (la moule zébrée), *Corbicula fluminea* (la palourde asiatique) y *Potamopyrgus antipodarium* (Hydrobie des antipodes).

Poissons

Carassius auratus (le poisson rouge), *Cyprinus carpio* (la carpe commune), *Ameiurus melas* (le poisson-chat commun), *Silurus glanis* (le silure), *Esox lucius* (le brochet), *Oncorhynchus mykiss* (la truite arc-en-ciel), *Sander lucioperca* (le sandre doré européen), *Micropterus salmoides* (l'achigan à grande bouche), *Gambusia holbrooki* (la gambusie).

Reptiles

Trachemys scripta (la tortue de Floride).



PHOTO 3.30

Spécimen d'écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*). (c) Tony Herrera.

En général, la meilleure façon de prévenir et de contrôler la plupart des espèces envahissantes est de maintenir un régime écologique des cours d'eau qui reproduit les crues ordinaires et exceptionnelles, même sur des cours d'eau régulés.

3.3.3.8. Ramassage des ordures

Pour les tâches d'élimination des ordures d'origine humaine, nous suggérons de prendre en compte les conseils suivants:

- Augmenter le dispositif de contrôle et de sanctions des administrations hydrauliques et mettre en place des campagnes de sensibilisation. Il est recommandé d'augmenter aussi la surveillance des activités qui sont les plus susceptibles de générer l'accumulation de résidus et de déchets dans les cours d'eau afin de faire prendre conscience à la population à quel point cette pollution affecte le bon état des rivières et la bonne qualité des eaux.

- Encourager les activités d'éducation environnementale et de bénévolat fluvial. Il faut notamment encourager le respect de l'environnement à travers des campagnes d'éducation et de bénévolat liés aux rivières, comme il a déjà été fait avec d'autres aspects du milieu naturel.
- Augmenter les dispositifs qui facilitent les rejets à proximité mais pas dans le milieu fluvial et les doter d'une gestion efficace des résidus. L'accumulation de déchets dans l'environnement des rivières est généralement concentrée dans les zones de rejets sauvages; ce sont très souvent des décombres provenant de la construction. Pour cette raison, il est nécessaire d'adapter des mesures de contrôle de ces rejets et dépôts sauvages en installant des points de rejets contrôlés dans les environs (points verts) afin d'encourager un changement d'attitude chez les personnes responsables des rejets.

PHOTO 3.31

Aspect de l'accumulation de déchets pendant la période estivale dans un petit ruisseau saisonnier.
(c) Tony Herrera.



3.4 FIGURES DE PROTECTION DES RIVIÈRES

Au plan international, il existe diverses figures créées expressément dans le but de protéger les rivières. L'une des plus connues est la figure de la "rivière scénique" utilisée aux États-Unis et créée dans le but de protéger les rivières sauvages de régions très dépeuplées. D'autres pays comme le Royaume-Uni et la Hongrie ont aussi des figures intéressantes, des rivières et des zones humides déclarées "lieux d'intérêt scientifique spécial" pour leur haute valeur environnementale et leur singularité. En France, en Suède et en Suisse, il existe des figures qui interdisent certaines exploitations de cours d'eau qui présentent une valeur écologique (barrages, exploitation hydroélectrique, etc.). En Espagne, il n'existait pas de figures de protection exclusives aux rivières -sauf celles créées par certaines communautés autonomes comme Castilla La Mancha (Refuge de Pêche et Réserve Fluviale) ou la Catalogne (Réserve Génétique de Truites)- avant que le nouveau règlement de planification hydrologique (R.D. 907/2007) et ses instructions techniques correspondantes ne définissent la figure de "réserve naturelle fluviale" que chaque bassin peut adapter à son territoire dans le cadre de son processus de planification. Ce règlement n'établit pas de conditions restrictives pour ces espaces et se limite au domaine public hydraulique. Il ne semble donc pas être un outil approprié pour une véritable protection des espaces fluviaux ou du moins en l'état actuel de développement du cadre législatif. Les communautés autonomes qui présentent des transvasements de bassins comme c'est le cas en Andalousie et en Catalogne, pourraient assurer une protection à une frange beaucoup plus étendue que le domaine public hydraulique. Cependant, dans les bassins gérés par l'État, la possibilité d'étendre l'espace protégé va dépendre d'un consensus

entre l'administration centrale et l'administration régionale, ce qui complique les choses. En 2009, le Département de l'Environnement de la Diputación de Málaga (Andalousie) a commandé une étude à un cabinet, à laquelle a participé l'auteur de cet ouvrage, dans le but de concevoir une figure de protection des rivières dans la communauté autonome. L'étude a eu comme résultat la création de trois figures:

Les réserves fluviales de biodiversité (RFB):

Les conditions d'application:

- Débit non régulé.
- Libres de barrages et autres infrastructures linéaires ou transversales.
- Forte biodiversité ou présence d'espèces endémiques.
- Berges et écosystèmes bien conservés (état écologique "très bon" selon la Directive Cadre de l'Eau).
- Absence de pollution importante.

Objectifs:

- Protection intégrale.
- Rivières et tronçons de rivières représentatifs des principaux écosystèmes andalous.

Les réserves fluviales paysagères (RFP):

Les conditions d'application:

- Bien qu'il y ait une certaine altération d'origine humaine, il est nécessaire de protéger les valeurs sociales et environnementales, paysagères et culturelles.
- Écosystèmes bien conservés (état écologique 'bon' d'après la DMA).

Objectifs:

- Conserver et renforcer les valeurs culturelles et patrimoniales des rivières andalouses.
- Restauration en ligne avec la Stratégie Andalouse de Restauration des Rivières.

Les corridors fluviaux (CR)

Conditions d'application:

- On évaluera son utilité comme corridor écologique entre des espaces à haute valeur environnementale (RENPA ou LIC).

Objectifs:

- Création d'un réseau de corridors fluviaux.

En ce qui concerne la proposition qui a été formulée, il faut noter sa répercussion sur la protection des cours d'eau à travers la révision et la limitation données aux concessions et aux autorisations.

Bien que ces travaux aient été diffusés au cours de certaines conférences ou séminaires, dans l'actualité, aucun progrès n'a été fait dans ce sens. Un article a bien été inclus dans la nouvelle loi sur l'eau d'Andalousie au moment de sa rédaction, assorti de la figure de "réserve naturelle fluviale" établie par l'organisme chargé de la planification hydraulique précédemment cité, qui envisageait la possibilité de créer des réserves fluviales dans la communauté autonome.

Article 21. Réserves fluviales

Le Conseil du Gouvernement, à la demande du ministère de la Communauté Autonome en matière de gestion de l'Eau, pourra donner la priorité à la conservation de l'état naturel de certains cours d'eau ou nappes, ainsi qu'à la protection de leur biodiversité, de leur paysage et de leur patrimoine fluvial écologique. La mise en place de la Réserve impliquera la restriction partielle ou totale d'autorisations ou de concessions sur le domaine public hydraulique ainsi réservé.

Les plans hydrologiques de démarcation incluent ces réserves dont les besoins en matière de protection de l'environnement des cours d'eau font l'objet de restrictions préalables aux usages de l'eau.

FIGURE 3.4

Reproduction de l'article 21 de la Loi de l'Eau en Andalousie.

04.

LA RESTAURATION DES RIVIÈRES



4.1 QU'EST LA RÉHABILITATION FLUVIALE ET QU'EST-CE QUI NE L'EST PAS?

Souvent, certains projets et interventions qui sont menés dans des espaces fluviaux sont diffusés ou mis en avant comme des projets de réhabilitation fluviale quand, en réalité, ils ne le sont pas. Parfois, on utilise des fonds, qui sont disponibles à cet effet dans les diverses administrations, pour la réhabilitation de cours d'eau, mais ils ne sont employés que rarement pour de réelles actions et chantiers qui répondent à la véritable définition d'une réhabilitation fluviale.

La réhabilitation consiste à récupérer un système naturel en réduisant les impacts ou les altérations qui causent sa détérioration, restituant ainsi les processus et les équilibres naturels qui font fonctionner ce système de façon durable dans le temps. Dans le cas d'une rivière, il s'agit de restaurer tous les processus, les fonctions et les services écosystémiques que nous avons décrits et expliqués dans les chapitres précédents (dynamique, résilience, biodiversité, débits liquides et solides, services écosystémiques, etc.).

Deux éléments principaux doivent être récupérés pour qu'une rivière retrouve toutes ses fonctions (une véritable réhabilitation): le régime naturel des débits et l'espace fluvial. Finalement, le temps devra aussi être pris en compte.

Comme on peut facilement imaginer, étant donné l'énorme diversité et intensité des intérêts mobilisés sur

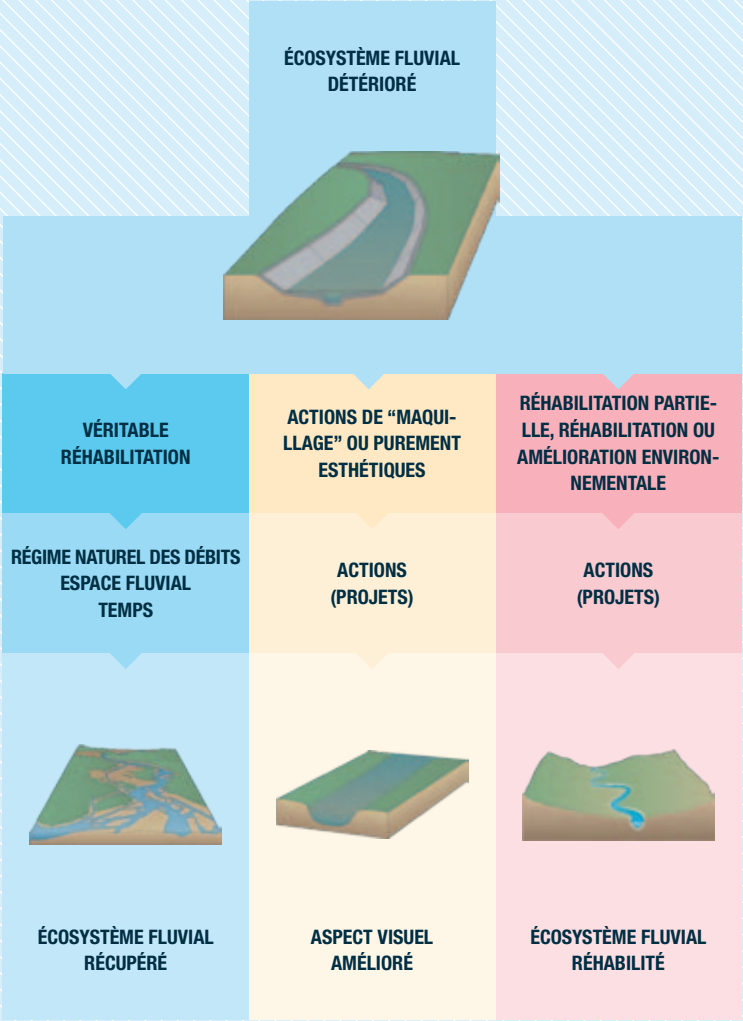


FIGURE 4.1
Schéma conceptuel de la restauration, réhabilitation
ou actions de "maquillage" fluvial.

les espaces fluviaux (infrastructures, agriculture, urbanisme, loisirs, etc.) et ceux qui sont liés à la consommation d'eau (principalement l'approvisionnement, l'agriculture, l'industrie, les loisirs), une réhabilitation véritable est presque utopique puisque seulement en de rares occasions pourra-t-on disposer d'un régime naturel de débits et de l'espace fluvial sur toute l'extension que représente une rivière.

Cette réalité ne doit pas pour autant nous faire renoncer à la réhabilitation fluviale ni permettre que celle-ci soit basée sur des actions qui sont davantage du « maquillage » ou du marketing, avec comme seul objectif l'esthétique paysagère ou l'usage public.

Il est possible de concevoir et de rédiger des projets destinés à récupérer un maximum de fonctions naturelles des rivières. Et même si ces projets ne contribuent pas à réhabiliter le tronçon fluvial, sur lequel nous sommes en train d'intervenir, dans sa totalité et ne restituent pas non plus les conditions naturelles d'origine, ils pourront malgré tout apporter des améliorations importantes. Et plus on éliminera d'impacts et d'altérations qui affectent l'environnement des rivières et plus ces améliorations seront significatives. Dans certains cas, quand il est nécessaire d'obtenir des résultats rapidement, on peut faire jouer le facteur temps en mettant en place des interventions bien définies comme des plantations ou des travaux de bioingénierie qui guideront ou accéléreront la récupération des berges.

Nous pourrions résumer tout le paragraphe précédent en disant qu'il est finalement très difficile de réaliser une véritable réhabilitation fluviale, et plus encore si le territoire du bassin concerné est anthropisé [modifié par l'action de l'homme]. Mais il est réaliste de parvenir à une réhabilitation ou à une amélioration de l'environnement des rivières, en éliminant les impacts et en récupérant, dans la mesure du possible, un régime naturel des débits et l'espace fluvial.

4.2 OBJECTIFS DE LA RESTAURATION FLUVIALE ET AMÉLIORATION DE L'ENVIRONNEMENT DES COURS D'EAU

4.2.1. La participation

Comme point de départ de tout projet de réhabilitation fluviale –sachant qu'il peut créer des conflits entre de nombreuses parties intéressées, parfois opposées les unes aux autres-, il est nécessaire de considérer la participation des différentes parties concernées comme une pièce maîtresse préalable du processus. Dans la plupart des cas, le succès des actions qui sont mises en place dépendra, en grande partie, du degré de consensus social et de la façon dont s'est déroulé le processus participatif. La participation est donc une façon de garantir la qualité et l'avenir de notre projet.

Par le biais du processus participatif, nous devons répondre à la question suivante: quelle rivière voulons-nous? Cela nous aidera à définir les objectifs de notre projet de réhabilitation. De même, il est important que la participation intervienne aussi dans les phases de rédaction, exécution, maintien et suivi du projet. Il est recommandé d'accompagner le processus avec de l'information, des campagnes de sensibilisation et d'éducation environnementale, ce qui permettra aux acteurs sociaux d'être mieux préparés pour participer au projet.

4.2.2. Le processus de restauration fluviale

En ligne avec la philosophie qui s'applique au développement du projet, il faut comprendre que la restauration fluviale est un processus ; il va falloir un certain temps pour mener à bien les différentes actions ou les travaux concrets (les projets), en se basant sur les objectifs de la restauration et en établissant des priorités entre les différentes actions, ainsi qu'un programme provisoire. Dans le cadre du processus de réhabilitation, on prendra en compte les étapes préalables de participation, d'information, de sensibilisation et d'éducation environnementale, mais on apportera aussi les

modifications opportunes qui dériveront des conséquences des premières actions appliquées à la rivière. Ceci est important, car il ne faut pas oublier que la rivière est un élément dynamique du territoire, qui se caractérise toujours par un certain degré d'imprévisibilité. Il est évident que la démarche de réhabilitation fluviale dans un bassin n'aura lieu que si elle répond à une forte demande sociale et une volonté ferme de la part des administrations, en particulier celles qui sont responsables de la gestion du bassin.

4.2.3. Objectifs de la réhabilitation fluviale

Comme nous l'avons déjà vu, il ne sera pas toujours possible d'aspirer à une véritable restauration écologique dont les objectifs seraient pourtant très clairs: récupérer le régime naturel de débit et l'espace fluvial en éliminant les impacts et les altérations comme la pollution, etc. Cependant, dans le cadre du processus de restauration, il faudra justement établir les objectifs bien définis de chaque projet de réhabilitation ou d'amélioration de l'environnement.

L'objectif principal devrait être de récupérer, dans la mesure du possible, les fonctions et les processus de la dynamique fluviale et des écosystèmes, sans s'éloigner de la réalité socio-économique, celle de l'environnement et de l'usage du sol que nous faisons dans chaque territoire. Pour cela, nous devons mesurer les objectifs particuliers que nous nous sommes fixés par rapport aux éléments suivants:

1. La dynamique fluviale

C'est un aspect primordial. Il s'agit d'établir le débit environnemental, qui non seulement protégera une bonne partie de la biodiversité associée à la rivière ou au tronçon de rivière sur lequel nous intervenons, mais qui déterminera aussi le degré de récupération des processus géomorphologiques. Il est fondamental de récupérer le plus d'espace fluvial possible en débarrassant la rivière de ce qui l'encombre.

2. Biodiversité

Plus notre objectif de récupération écologique de la rivière sera ambitieux et plus nous aurons de chances d'augmenter le degré potentiel de biodiversité. En ce sens, il est important de prendre tout particulièrement en compte les espèces connues qui font l'objet d'une protection ou d'un intérêt spécifiques, de façon à rendre prioritaires leur défense et leur récupération. Il faut également envisager d'éliminer les espèces envahissantes ou contrô-

ler leur population au moyen d'actions de restauration environnementale. Par exemple, on peut établir un débit environnemental adapté dans des rivières qui ont fait l'objet d'une régulation ou contribuer à éliminer (ou du moins endiguer) la croissance des grands roseaux (*Arundo donax*) ou celle d'espèces allochtones de poissons. Enfin, il faut aussi mettre à profit notre projet de restauration fluviale pour améliorer la connectivité entre les espaces naturels du territoire.

3. Résilience

Plus la récupération des fonctions naturelles de notre rivière ou du tronçon fluvial qui fait l'objet de la restauration sera importante et plus nous gagnerons en capacité de résilience. Cela va permettre au cours d'eau de jouir à son tour d'une plus grande capacité d'auto-récupération face à des perturbations comme les crues naturelles ou des altérations d'origine anthropiques.

4. Compatibilité avec la situation environnementale, socio-économique et liée aux usages du territoire

Il est fondamental de connaître la réalité du territoire sous tous ses aspects pour parvenir à des objectifs réalistes et accessibles de restauration ou de réhabilitation, qui garantissent la durabilité et le succès du projet.

5. Paysage

La restauration des cours d'eau peut être un bon moyen d'améliorer, de renforcer et de revaloriser le paysage d'un territoire.

6. Valeurs patrimoniales et affectives

La rivière n'est pas seulement un espace où l'on trouve des fonctions géomorphologiques et écologiques complexes, de la biodiversité, des ressources naturelles, etc. On y trouve aussi un patrimoine culturel et ethnographique important lié à nos rivières que nous pourrions conserver et récupérer par le biais de projets de restauration des cours d'eau. De même, on peut renforcer le rôle de la rivière comme espace pour la science, les loisirs et surtout pour l'aspect émotionnel et créatif qu'elle suscite.

7. Législation

Il ne faut pas oublier que souvent l'état de nos cours d'eau ne remplit pas les conditions exigées actuellement par la législation en vigueur. Les projets de restauration des cours d'eau peuvent être une excellente occasion d'aborder ce problème et de régulariser la situation de départ.

8. Problèmes d'inondations

Nombreux sont actuellement les pays européens qui sont en train de développer des projets de restauration de cours d'eau avec comme objectif principal celui d'éviter ou de pallier les effets désastreux et les graves pertes économiques que causent les inondations provoquées par les crues des rivières. La plupart de ces projets est basée sur la récupération d'espaces fluviaux pour contenir les inondations qui se produisent en amont, là où surgissent les principaux problèmes. En agissant ainsi, on crée des zones tampons ou « buffer » qui permettent à la rivière d'inonder tout l'espace fluvial (en emportant, par la même occasion, les protections et les obstacles) et de récupérer sa fonction naturelle, ce qui aide à empêcher les crues ou à les diminuer en aval. Dans le bassin méditerranéen, ce type de projets suscite un plus grand intérêt dû au caractère fortement torrentiel de la plupart des cours d'eau. Cependant, jusqu'à maintenant, il n'y a pas eu d'expériences marquantes qui puissent servir d'exemples et c'est sans doute un défi qu'il faudra relever dans les prochaines années

9. Emploi

Aussi bien les projets de restauration ou de réhabilitation des cours d'eau que les travaux de conservation et d'entretien des rivières sont une source d'emploi à ne pas négliger. Surtout si l'on considère que les projets doivent être durables (entretien et suivi). Les tâches proposées dans cet ouvrage pour l'entretien et la conservation des cours d'eau, mais aussi les actions de réhabilitation ou d'amélioration de l'environnement des rivières, font appel à une main d'œuvre qualifiée importante (contrairement à d'autres projets de protection contre les inondations, d'installation de canalisations, etc.), qui requièrent avant tout des machines lourdes et des matériaux de construction.

4.3 LES PRINCIPALES ACTIONS CONTENUES DANS LES PROJETS DE RESTAURATION OU DE RÉHABILITATION DES COURS D'EAU

Nous avons déjà analysé certains des principes qui doivent régir la façon d'aborder un projet de restauration ou de réhabilitation d'un cours d'eau et d'en établir les objectifs. Dans ce paragraphe, nous verrons en détail les principales actions à mettre en place.

1. Récupérer l'espace fluvial

Récupérer l'espace fluvial (appelé aussi territoire fluvial) consiste à récupérer un espace de liberté pour le fleuve, pour qu'il puisse laisser libre cours à sa dynamique avec le moins d'entraves possibles à son action. Parfois les études préalables, qui servent à définir l'espace fluvial avec exactitude, se trouvent être plutôt complexes et requièrent des analyses poussées. Dans ce genre d'intervention, il faut avoir recours à des photographies et à des données historiques. Il y a une bibliographie (dans le chapitre consacré à la bibliographie de cet ouvrage, nous citons justement des travaux d'Alfredo Ollero Ojeda que l'on peut consulter pour obtenir des informations détaillées) où sont recensées diverses méthodologies pour réaliser ce genre d'études qui requièrent l'intervention de techniciens qualifiés.

2. Instaurer un débit environnemental

Cette mesure sera indispensable dans tout projet de restauration fluviale et nécessaire quand il s'agira de réhabiliter ou d'améliorer l'environnement de rivières dont le débit naturel est régulé ou a été altéré. Il n'est pas toujours facile d'arriver à un consensus, étant donné qu'il peut y avoir des intérêts importants qui s'affrontent. Cependant, si notre projet ne s'adapte pas aux régimes des cours d'eau, ce sera un échec. On citera le cas de nombreuses interventions où des plantations destinées à reboiser les rives n'ont servi qu'à dilapider l'argent public puisqu'il n'y avait pas les crues et les niveaux de débit nécessaires au maintien des besoins hydriques de ces espèces végétales.

3. Élimination des défenses et limitation des crues

Les barrières transversales, présentes dans le lit d'une rivière, qui interrompent la continuité du flux, et celles qui empêchent la connectivité de la rivière avec ses plaines inondables constituent un objectif primordial dans un projet de restauration. Il existe de nombreux barrages et petites retenues d'eau abandonnés qui pourraient être éliminés. Aux États-Unis, par exemple, certains grands barrages sont même démantelés pour récupérer des rivières, sous la pression sociale et grâce à une amélioration dans la gestion et dans le contrôle des usages de l'eau. D'autre part, dans le cas où ces infrastructures continueraient à fonctionner parce qu'elles font l'objet de concessions indéfinies ou bien parce que, grâce à leur ancienneté et leur singularité, elles ont une valeur patrimoniale qu'il convient de conserver, on pourra choisir des passes à poissons ou des by-pass pour récupérer la connectivité. Finalement, pour faire face aux inondations, on peut également nettoyer les cours d'eau de ce qui les encombre en parvenant à un accord avec les propriétaires riverains ou par le biais d'indemnités. Si ces infrastructures ne peuvent pas être éliminées, il est possible parfois de les repousser loin des rives de façon à libérer de l'espace pour la rivière et ses crues.

4. Installation de zones tampons sur le lit de la rivière (*buffer strips*)

Cela consiste à installer des bandes de végétations riveraines sur les bords du lit de la rivière, dont les principales fonctions sont de retenir les éléments nutritifs et les sédiments et d'autres substances provenant de terrains agricoles ou de ruissellements d'infrastructures (agissant comme des filtres d'épuration écologiques). La largeur de ces bandes pourra varier en fonction des besoins et des objectifs que nous aurons fixés, mais il faudra néanmoins privilégier une configuration des bois riverains la plus naturelle possible, en évitant des plantations linéaires et en favorisant une diversité des espèces.

5. Plantations

Dans le cadre d'un projet utopique de restauration de cours d'eau authentique, la rivière devrait être celle qui, de forme naturelle, rétablit la végétation sur toute l'extension de sa surface inondable. Cependant, comme on l'a déjà vu dans cet ouvrage, il est possible d'agir ponctuellement sur ces plantations pour accélérer les processus de croissance ou les favoriser. Il faut choisir avec soin les espèces et les configurations de plantation et allouer des ressources suffisantes à leur entretien prolongé pour que ces plantations poussent bien.

6. Consolidation et augmentation de la diversité des micro-habitats

Une autre des mesures caractéristiques que l'on met généralement en place est la régénération des micro-habitats qui favorisent la biodiversité. Un exemple commun est la création de frayères pour les poissons. On peut aussi gérer des tronçons de rivière de façon à laisser des restes de végétations mortes et en décomposition ou bien différentes granulométries de graviers qui permettent de fournir respectivement davantage d'aliments et de refuges pour la faune. On n'opte pour ces options que dans le cas de projets ponctuels d'amélioration et de réhabilitation, puisque dans les projets destinés à libérer la dynamique fluviale la rivière génère elle-même tous ces espaces.

7. Récupération de la biodiversité

Il est parfois possible de réintroduire des espèces qui avaient disparu d'un lieu donné. Cela se fait fréquemment dans les rivières avec certaines espèces de poissons, notamment celles dont on introduit des spécimens jeunes ou même des œufs fécondés ou incubés dans la rivière elle-même (c'est le cas avec les truites).

8. Réhabilitation de tronçons urbains

Dans ce cas de figure, et bien qu'il faille renoncer à une grande partie des objectifs d'une véritable restauration, il est possible d'obtenir des améliorations dans les fonctions naturelles des écosystèmes. Par exemple, on peut favoriser le développement d'une diversité de micro-habitats et de zones de refuge pour diverses espèces d'invertébrés ou de poissons. On peut aussi



PHOTO 4.1 et 4.2

État précédent et résultat final d'une intervention avec des techniques et des matériaux de bioingénierie, dans un ruisseau en milieu urbain qui présente d'importants problèmes d'érosion. Dans ce cas-là, on a remplacé une canalisation de béton par des techniques plus écologiques dans un but d'amélioration environnementale. (c) MEDIODES, Consultoria Ambiental y Paisajismo, S.L.

consolider la végétation des rives et planter des espèces autochtones qui imitent, dans la mesure du possible, la communauté végétale qui existerait à l'état naturel, etc.

9. Amélioration des tronçons canalisés

Ces opérations de “maquillage en vert” de structures qui présentent un grand impact visuel peuvent améliorer de façon significative la biodiversité que l'on trouve sur ces tronçons et la qualité des eaux elle-même. Les objectifs sont toujours aussi éloignés de l'obtention d'une restauration véritable, mais on peut arriver à des progrès importants en matière d'amélioration de l'environnement et de récupération des fonctions naturelles.



PHOTO 4.3, 4.4 et 4.5

Mesure d'amélioration environnementale consistant à “maquiller” avec des matériaux et des techniques de bioingénierie une canalisation constituée d'une structure en béton appelé ArmorFlex. (c) MEDIODES, Consultoría Ambiental y Paisajismo, S.L.

4.4 LES TECHNIQUES D'INGÉNIERIE NATURALISTIQUE ET DE BIOINGÉNIERIE DANS DES PROJETS DE RÉHABILITATION ET D'AMÉLIORATION ENVIRONNEMENTALE DES RIVIÈRES

Comme on l'a vu, dès que l'on assume le fait qu'il est impossible d'éliminer tous les impacts ou les facteurs qui altèrent le bon fonctionnement de la dynamique naturelle d'un cours d'eau, il faut opter pour les projets d'amélioration environnementale ou de réhabilitation. Même si ceux-ci ne devraient pas être appelés «projets de réhabilitation fluviale», ils doivent cependant être destinés à récupérer ou à conserver une partie des fonctions naturelles et des processus écologiques du système fluvial. Il y a aussi d'autres mesures qui cherchent à réduire l'impact d'actions dont nous sommes conscients et qui vont perturber ou avoir un impact sur les cours d'eau et leur dynamique. En dehors du débat social sur le bien-fondé de ces mesures, quand celles-ci se mettront en place, techniquement il faudra les aborder de façon à n'utiliser que des techniques ayant un impact minimum. Dans tous ces cas de figure, les techniques d'ingénierie

naturalistique et de bioingénierie prennent tout leur sens, vu qu'elles sont destinées à atteindre des objectifs structurels, avec un certain contrôle sur la liberté du cours d'eau mais avec un impact minimum sur les écosystèmes et leur fonctionnalité. Un bon exemple serait le remplacement de canalisations en béton ou de brise-lames par d'autres canalisations dites « molles » en utilisant des techniques de bioingénierie qui, même si elles vont entraver la dynamique naturelle du cours d'eau, parviendront quand-même à conserver une grande partie des fonctions naturelles.

Ces techniques servent aussi à “maquiller” des interventions ayant un impact important sur l'environnement et à les y intégrer. Mais en aucun cas, le fait de pouvoir avoir recours à ces techniques pour atteindre cet objectif-là ne doit justement en encourager l'usage.

4.4.1. La bioingénierie appliquée à la restauration de rivières et de rives

La bioingénierie, appliquée à la restauration et à la régénération de l'environnement des rivières, consiste à utiliser des plantes vivantes ou des parties de celles-ci, accompagnées d'autres matériaux naturels et biodégradables (du bois, de la roche, des recouvrements ou des filets organiques, etc.) ou synthétiques et photodégradables (géotextiles, filets et géomailles en polypropylène, etc.). Elle consiste aussi à exploiter d'autres éléments locaux (topographie du sol, microclimat, etc.) en vue d'atteindre les objectifs structurels établis dans le cadre de mesures de restauration fluviale.

Certains auteurs préfèrent utiliser le concept d'éco-ingénierie (ingénierie écologique) qui désigne plutôt des techniques d'ingénierie adaptées à la protection des écosystèmes. On parle aussi d'ingénierie naturalistique quand on utilise exclusivement les plantes (vivantes ou comme bois de construction). En plus de remplir des objectifs structurels, la bioingénierie est aussi un moteur qui facilite et accélère les processus naturels de stabilisation des rives et la restauration des écosystèmes fluviaux dans les cas où (et dans la pratique ce sont la plupart des cas) il est impossible d'assumer les coûts et les délais que supposerait de laisser la nature agir seule. Une différence évidente entre l'ingénierie conventionnelle et la bioingénierie est que la première fait prévaloir les objectifs de contrôle sur la nature pour obtenir des conditions statiques (on impose des débits, des espaces et d'autres éléments qui conditionnent la rivière et provoquent un fort impact sur les écosystèmes et les fonctions naturelles). La bioingénierie, quant à elle, essaie au contraire d'agir d'un point de vue holistique, sans renoncer au dynamisme fluvial ni à la rivière comme un être vivant qui évolue, bien que l'on modifie les délais et que l'on essaie parfois aussi de diriger certains aspects de cette dynamique fluviale de façon à obtenir un certain degré de contrôle et de capacité d'anticipation.

La bioingénierie peut non seulement remplir des objectifs esthétiques et paysagers et de récupération des écosystèmes fluviaux, mais elle peut aussi constituer une manière efficace de remplir d'autres objectifs structurels en conservant une bonne partie de la dynamique fluviale. Elle apparaît donc comme un outil idéal pour des projets de réhabilitation fluviale et pour des projets de naturalisation sur des interventions à caractère beaucoup plus agressif, où les altérations (tout ou en partie) qui ont modifié le lit de la rivière sont irréversibles ou socialement nécessaires.

Le but de cet ouvrage n'est pas de faire une description détaillée de chacune des techniques concrètes de la bioingénierie qu'on utilise dans le domaine fluvial, mais plutôt d'en faire un classement simple. Dans la bibliographie, on trouvera des sources pour pouvoir approfondir les connaissances sur ce thème.

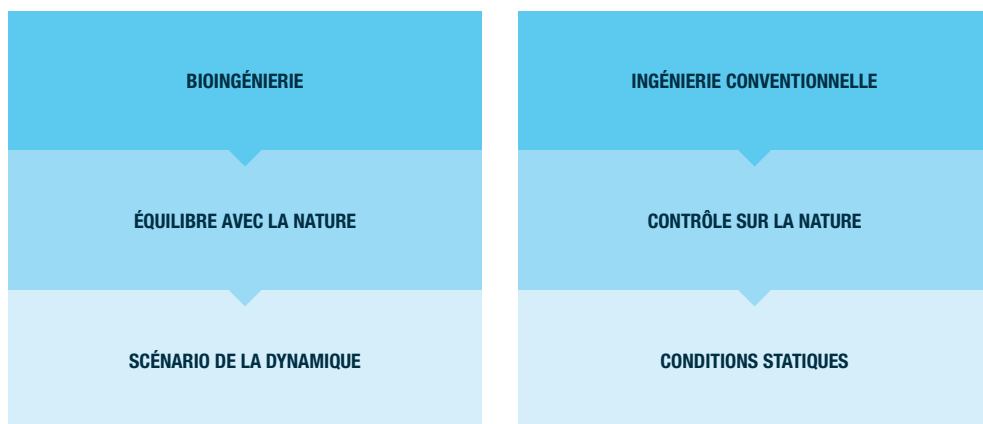


FIGURE 4.2

Diagramme qui montre la différence conceptuelle entre l'ingénierie conventionnelle et la bioingénierie, les deux étant appliquées à la restauration des cours d'eau.



PHOTO 4.6

Image d'une intervention utilisant la technique du tressage végétal. (c)MEDIODES, Consultoría Ambiental y Paisajismo, S.L.

4.4.1.1. Techniques d'ingénierie naturalistique

Il s'agit de techniques qui utilisent des matériaux vivants et des matières premières (troncs d'arbres, pierres, terre, etc.). La plante vivante apporte à la structure une base nécessaire à long terme. Parmi les techniques les plus courantes on trouve : les plantations, bouturages, dessouchage, transplantation de rhizomes, couvertures végétales, tressages de végétaux vivants, fascines vivantes, treillis vivants, parois krainer, déflecteurs végétaux, etc.

4.4.1.2. Techniques d'ingénierie biophysique

Avec les techniques précédemment citées, ce sont celles qui sont le plus fréquemment utilisées. Elles utilisent conjointement des matériaux vivants et des produits élaborés (filets, géosynthétiques, etc). Parmi les techniques les plus connues ou utilisées on trouve l'application de couvertures et de filets organiques, de géomailles, géocellules, rouleaux de fibre de coco (fiber roll), gabion tubulaire ou rouleau de pierre (rock roll), gabion combiné avec un rouleau de fibre, fascines avec rouleau de fibre, etc. Il est possible de combiner plusieurs de ces éléments pour obtenir autant de techniques différentes.

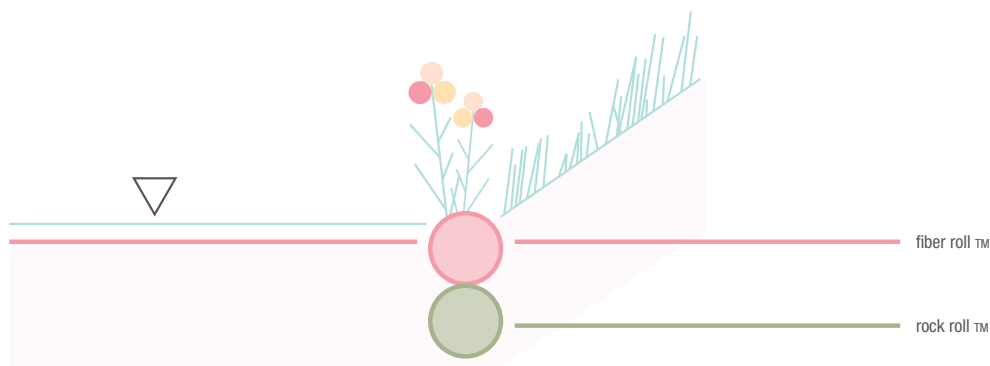


FIGURE 4.3

Schéma d'une séquence de technique d'ingénierie biophysique qui utilise des gabions tubulaires flexibles, remplis de galets, et un rouleau de fibre de coco enveloppé dans un filet de jute ou de polypropylène. Dans ce cas-là, le rouleau de fibre a été végétalisé au préalable dans une pépinière. Sur le talus, on pose une couverture ou géomaille pour protéger contre l'érosion.



PHOTO 4.7 et 4.8

Images illustrant une mesure de naturalisation d'un canal où l'on a utilisé la technique décrite dans la figure 4.3. (c) AQUANEA, S.L.

4.4.1.3. Techniques d'ingénierie structurale du végétal

Il s'agit de techniques plus complexes d'un point de vue constructif, plus proches de l'ingénierie conventionnelle, mais qui se basent sur des éléments facilement revégétalisables, où la plante vivante apporte une amélioration à la structure d'ensemble. Les matériaux de construction sont ceux qui apportent la structure de base nécessaire. Parmi ces techniques, on peut citer les parois de soutènement en terre armée et la mise en place de structures diverses avec des gabions flexibles ou rigides



PHOTO 4.9 et 4.10

Images de la combinaison de gabions tubulaires flexibles et de rouleaux de fibre. Les deux matériaux doivent être cousus sur toute leur longueur. (c) MEDIODES, Consultoría Ambiental y Paisajismo, S.L.

4.4.2. Éléments à prendre en compte lors de la planification de mesures qui incorporent des techniques de bioingénierie

Nous devons avoir à l'esprit plusieurs facteurs lorsque l'on travaille à l'élaboration de projets de réhabilitation fluviale, basés sur la bioingénierie ou qui y ont recours:

1. Principe de précaution

Il est important d'intervenir avec prudence. Nous ne devons pas projeter des interventions de trop grande envergure que l'on ne pourrait rectifier que difficilement par la suite, une fois qu'elles sont engagées. Nous ne pouvons pas non plus oublier que la rivière est vivante et dynamique, ce qui pourrait nous causer des surprises vu que, en optant pour la bioingénierie, nous avons choisi de ne pas contrôler de façon stricte de nombreux paramètres naturels. Il est donc préférable d'agir par étapes, en analysant les réactions de la rivière à nos actions pour pouvoir adapter les phases suivantes et accomplir au mieux les objectifs fixés au préalable.

2. Nous agissons dans le cadre d'un processus concret et à un moment donné

Toujours selon le principe de précaution, il nous faut assumer qu'en utilisant des techniques de bioingénierie on intervient de façon concrète sur un processus dynamique. Aussi, il est important d'étudier en détail l'écologie de la rivière, la dynamique fluviale (les facteurs hydrauliques, géomorphologiques, régulateurs, etc.) et sa tendance à évoluer, avant d'envisager les mesures de restauration.

3. Flexibilité et adaptation à une réalité concrète

Il découle des précédents points cités que les projets de bioingénierie doivent être adaptés à chaque situation concrète. On ne peut donc pas parler de mesures standard pour des situations standard. Il faut pouvoir compter sur des techniciens expérimentés et connaître à fond le terrain sur lequel on va intervenir. On ne peut pas planifier correctement des actions de bioingénierie depuis un bureau, en ne s'appuyant que sur des études préalables, sur la cartographie et sur des photos aériennes.

4. Entretien et durabilité des mesures

Sans perdre de vue que l'entretien de toute action de réhabilitation est fondamental pour accomplir les objectifs et mener une intervention avec succès, alors on peut affirmer que, passé ce délai, la nature redevient maîtresse de la situation et accueille notre intervention comme faisant partie intégrante d'elle-même, en l'intégrant dans sa propre dynamique. On peut donc affirmer que les interventions réussies, basées sur la bioingénierie, sont plus durables. Mais les projets de naturalisation ou d'amélioration de l'environnement, qui reposent sur des structures d'ingénierie conventionnelle (canalisations molles, revégétalisation de brises-lames, naturalisation de matériaux à base de béton, etc.), peuvent de ne pas accomplir l'objectif « d'auto-entretien ». C'est le cas avec la gestion des parcs et des jardins en milieux urbains, qui font l'objet d'un entretien permanent qui peut être néanmoins maintenu au minimum si les interventions sont correctement conçues.

5. Le suivi des interventions

En partant de l'idée (déjà exprimée auparavant) qu'il vaut mieux appréhender les projets concrets comme des phases d'un processus de restauration fluviale, le suivi et l'évaluation des interventions deviennent donc indispensables. Les phases dépendront donc du degré de succès et des réactions du milieu aux phases précédentes du projet.

4.5 MAINTENANCE ET SUIVI DES INTERVENTIONS

La restauration ou réhabilitation fluviale n'aurait pas de sens si on ne prenait pas en compte l'entretien et le suivi des interventions. Il faut éviter de gaspiller l'argent public dans des projets certes ambitieux d'un point de vue environnemental et écologique, mais qui ne servent à rien parce qu'on ne leur applique pas un entretien postérieur.

4.5.1. Entretien

L'entretien doit être compris à différents niveaux. D'un côté, l'entretien des interventions qui ont été menées sur un chantier ou une action de restauration ou de réhabilitation. Et d'un autre côté, l'entretien au sens large dont nous avons déjà parlé dans le chapitre sur la conservation des rivières. Dans un système idéal de gestion des bassins fluviaux, l'entretien des actions de restauration ou de réhabilitation à long terme doit être inclus dans les tâches habituelles d'entretien prévues sur le bassin. Cependant, il peut y avoir des tâches initiales d'entretien associées à des projets concrets qui sont soumissionnés. Bien qu'il y ait une certaine amélioration, à l'heure actuelle, la majorité des projets qui voient le jour ont des lacunes en matière d'entretien. L'entretien ne représente qu'une petite partie du budget et il est habituellement limité à l'arrosage des plantations, au remplacement d'un certain pourcentage de manquants qui se produit la première année, et dans le meilleur des cas, à quelques débroussaillages les années suivantes.

L'entretien doit représenter une part importante du budget des opérations, entre 20-25% du budget total (bien que ce pourcentage peut varier et même dépasser ce total en fonction de chaque cas). Dans la région méditerranéenne et au nord de l'Afrique, il est recommandé de mener un entretien spécifique des interventions pendant les trois années qui suivent la réalisation du projet, surtout quand il s'agit de plantations. L'arrosage doit

être abondant et avec une fréquence d'au moins deux arrosages mensuels sur la période de juin à septembre. Mais cette fréquence et cette périodicité devraient se faire davantage en fonction des conditions climatiques particulières et de l'année météorologique de chaque zone qu'en suivant strictement ce que dicte la planification des différentes tâches qui constituent le projet sur le papier. Cela demande de plus grandes qualifications et une certaine marge de manœuvre et de responsabilité de la part de ceux qui dirigent les travaux.

Mais il ne s'agit pas seulement de prendre soin des plantations (il n'y en aura pas toujours) lors des opérations de bioingénierie. Il est, par exemple, nécessaire d'envisager des forfaits budgétaires pour de petites réparations, renouvellement de matériel, etc., puisque, comme nous l'avons expliqué, il y aura toujours un certain degré d'imprévu quand on interviendra sur un élément aussi dynamique qu'une rivière.

4.5.2. Suivi des interventions

À l'instar de l'entretien, le suivi (comme nous l'avons déjà vu dans le chapitre sur la conservation) doit être inclus de façon habituelle dans la gestion des bassins fluviaux. De même, on doit aussi envisager un suivi dans des projets spécifiques de réhabilitation ou de restauration, pendant la période d'entretien et même après, si possible, de façon à évaluer en détail le succès avec lequel les objectifs fixés ont été atteints.

Le suivi va nous permettre de programmer ou de rectifier une bonne partie des tâches de maintenance et surtout, d'acquérir des connaissances. Travailler avec un élément aussi complexe et dynamique que sont les rivières demande une haute qualification technique, d'être pluridisciplinaire et de se former constamment. Le suivi sert aussi bien à évaluer les résultats des différentes actions du projet (le progrès des plantations, l'utilisation d'échelles à poissons ou de passages pour les animaux, les interventions de bioingénierie, le degré d'efficacité du régime des débit qui a été implanté, etc.), qu'à mesurer l'évolution générale des paramètres qui affectent la dynamique fluviale et les fonctions des écosystèmes (comportement géomorphologique de la rivière, évolution des formations végétales riveraines, qualité biologique, physique et chimique de l'eau, etc.).

05

**L'USAGE PUBLIC ET
LA MISE EN VALEUR
DES RIVIÈRES**



5.1 L'USAGE PUBLIC ET LA MISE EN VALEUR DES RIVIÈRES. REMISE EN CAUSE DES “PARCS FLUVIAUX”

Les avantages clé que représentent nos rivières comme lieux de loisirs, de récréation et d'émotions, pour jouir de la nature et des paysages ou pour les valeurs culturelles, patrimoniales et ethnographiques qui leur sont associées, sont de plus en plus appréciés par la société et considérés comme un facteur d'amélioration de la qualité de vie et comme une ressource économique. De plus en plus de territoires commencent timidement à encourager l'usage public et la mise en valeur des rivières, ce qui *a priori* implique de favoriser l'évaluation, la perception et les connaissances que la société peut avoir des services écosystémiques qu'offrent les rivières. Cependant et malheureusement, la plupart des tronçons fluviaux sont pollués et altérés ce qui rend difficile son usage public potentiel. De plus, il existe le risque que la mise en valeur des rivières soit envisagée principalement sur ces tronçons qui présentent encore un bon état de conservation, et où trouve refuge toute

une biodiversité qui lui est associée. Aussi, même si renforcer l'usage public des rivières s'avère être un défi important à relever mais qui peut contribuer au développement des territoires, nous devons planifier et contrôler rigoureusement les interventions pour que la conservation des écosystèmes et le patrimoine historique, culturel et ethnographique ne soit pas menacés.

À ce propos, on remarquera qu'il existe une tendance, du moins en Espagne ces dernières années, de la part de nombreuses administrations locales, communales et régionales, de territoires traversés par des rivières, à mener ou à réclamer des projets aux administrations des bassins fluviaux, basés sur la création de “parcs fluviaux”. En général et dans le meilleur des cas, ces projets impliquent l'aménagement des abords des rivières. Mais dans la plupart des cas aussi, cela implique la construction de canalisations, de brise-lames et autres infrastructures comme des promenades

qui envahissent les berges, avec une illumination artificielle, etc. L'impact environnemental que peuvent causer ces "parcs fluviaux" peut être critique et, dans le pire des cas, beaucoup d'entre eux finissent par être un échec retentissant en termes d'usage public car la société n'accepte pas toujours ce genre de modifications des rivières ou ne les voit pas comme une amélioration. Il faut donc parvenir à rendre compatibles les priorités de conservation avec les objectifs de mise en valeur, et surtout savoir profiter des avantages que nous offre la restauration fluviale pour transformer certains tronçons détériorés de la rivière en corridors écologiques, et permettre aux citoyens de jouir et d'améliorer leur qualité de vie.

Il faut rappeler que, de façon générale, on pourra toujours tirer une valeur ajoutée de ces projets de mise en valeur des rivières, basés sur des conceptions et des plans originaux et centrés principalement sur les valeurs propres à chaque territoire. Au bénéfice des populations locales, ces projets peuvent restituer des usages traditionnels des rivières comme les zones de baignade ou de loisirs.

Dans ce chapitre, nous tenterons d'établir des critères et des principes qui servent de base pour orienter les personnes en charge de la planification et les techniciens qui cherchent à aborder aux mieux les interventions et les projets de mise en valeur de l'espace fluvial et son usage public.



PHOTO 5.1 et 5.2

Passages fluviaux présentant un fort impact sur l'environnement. À gauche, la rivière Ésera à Benasque (c) Alfredo Ollero. À droite, la rivière Sabar à Alfarnatejo (c) Rafael Yus.

5.2 LA PARTICIPATION COMME ÉLÉMENT INDISPENSABLE

À l'instar des processus de restauration ou de planification fluviale dans chaque bassin, la participation citoyenne devient indispensable et garantit le succès et la durabilité des actions mises en place. Mais lorsqu'il s'agit de la qualité de vie et du potentiel de loisir de la population, la participation revêt une importance encore supérieure. Lorsque les actions de mise en valeur ou d'usage public sont ponctuelles, et soutenues en dehors des organismes de gestion des bassins (par des organismes locaux dans de nombreux cas), il est très important d'accompagner ces actions par des mécanismes qui garantissent cette participation citoyenne ou de les combiner avec des processus participatifs qui pourraient déjà exister dans la planification du bassin. Cette participation devrait être assortie d'une campagne informative préalable, bien diffusée et accessible par l'ensemble de la population, qui traite des objectifs principaux qui ont été fixés. À partir de là, il est crucial de pouvoir compter sur l'appui de techniciens spécialistes dans diverses disciplines (dynamique fluviale, écologie, économie des ressources naturelles, usage public, etc.) pour identifier les possibles limitations au niveau technique, écologique et socio-économique des actions qui sont proposées, ainsi que leurs conséquences à court, moyen et long termes. De même, ce panel technique devra apporter ses conseils tout au long du processus de participation, et dès que les premières propositions concrètes commencent à être formulées, afin d'établir les mesures qui permettront de minimiser les impacts négatifs, favoriser les synergies positives et l'intégration environnementale des interventions.

La faible envergure des projets ou le peu de marge de manoeuvre des administrations qui les lancent rendent parfois difficile la mise en place de véritables processus de participation. Nous insistons donc sur le fait que ce sont aux administrations des bassins fluviaux d'intégrer de façon cohérente ces propositions dans leurs programmes d'actions, à travers leurs processus de planification. Faute de quoi, on risquerait de mettre en place des interventions ayant un fort impact sur l'environnement et un faible succès au niveau social, même si les intentions et les objectifs initiaux visaient le but contraire. Et l'on peut critiquer le fait que, comme cela s'est déjà produit, les organismes de gestion des bassins ne sont pas capables ou manquent de volonté pour prendre en compte cette demande et établir les processus participatifs adéquats. Au plan européen, grâce à la Directive Cadre sur l'Eau, ce phénomène est en train de changer et d'être corrigé bien qu'il y ait encore beaucoup à faire; c'est un véritable défi pour les années à venir que nous devons tout relever.



PHOTO 5.3

Séminaire de participation citoyenne, organisée par le ministère de l'Environnement du Gouvernement d'Andalousie et différents acteurs sociaux, durant lequel les techniciens qui ont réalisé les études environnementales et socio-économiques préalables, sont venus exposer diverses alternatives pour la mise en valeur du haut bassin de la rivière Guadalete (Cádiz). (c) MEDIODES, Consultoria Ambiental y Paisajismo, S.L.

5.3 LES PRINCIPAUX ASPECTS À PRENDRE EN COMPTE DANS LA CONCEPTION ET LA RÉALISATION DE PROJETS

5.3.1. Durabilité

Les projets qui sont menés doivent avoir un clair objectif de durabilité, à trois niveaux: environnemental, socio-économique et dans le temps.

5.3.1.1. Durabilité environnementale

Les actions envisagées doivent toujours viser la non détérioration générale des tronçons fluviaux et, si possible, l'amélioration de ceux-ci en les réhabilitant au moyen de toute une gamme d'interventions possibles qui ont été décrites dans les chapitres précédents sur la conservation et restauration. Tenter de mettre en valeur un espace naturel au moyen d'un projet qui cause la détérioration de son environnement n'aurait aucun sens.

5.3.1.2. Durabilité socio-économique

Comme nous l'avons déjà vu dans le paragraphe sur la participation citoyenne, la meilleure garantie de durabilité sociale et économique est subordonnée à l'existence d'un consensus important sur le bien-fondé des projets que nous voulons mettre en place. Les interventions doivent combiner et équilibrer les objectifs de mise en valeur pour obtenir des ressources économiques de l'extérieur, avec comme objectif d'améliorer la qualité de vie des habitants. Finalement, d'un point de vue de la durabilité économique, il faut souligner que de nombreux projets réclament une certaine stabilité dans le temps. Cette stabilité concerne aussi bien les tâches de conservation elles-mêmes que celles plus spécifiques liées à l'entretien et au renouvellement de la signalétique, des sentiers, des aménagements, des panneaux, des chemins, etc.

Durabilité dans le temps

De nombreux investissements ont échoué faute d'avoir pris en considération la durabilité dans le temps des tâches de maintenance. Les coûts de maintenance auraient du être inclus, comme coûts fixes et durables dans le

temps, dans les études de coûts-bénéfices indispensables pour analyser la rentabilité de ces types de projets. Il faut aussi bien identifier qui va assumer la responsabilité de la réalisation et du suivi de cette maintenance.

5.3.2. Sécurité

La mise en valeur des ressources naturelles doit, à tout moment, prendre en compte la sécurité des usagers et visiteurs. Les projets ne devraient pas se limiter à appliquer le règlement en vigueur en matière de sécurité et de santé publique; ils doivent aller plus loin et analyser les possibles risques liés à chaque activité. Les aspects de sécurité les plus importants sont les suivants:

- Risques de chutes.
- Risques d'impact ou de se faire happer.
- Risques dus à un manque d'illumination.
- Risque de rester coincés.
- Risques dus à la massification ou à une trop forte occupation des espaces.
- Risque de noyade.
- Risque dus aux véhicules en mouvement.
- Risque d'électrocution.
- Risques dérivés des difficultés d'accès.

5.3.3. Information, éducation et signalisation

5.3.3.1. Information

Pour une bonne mise en valeur des ressources naturelles en général et des milieux fluviaux en particulier, il est indispensable de disposer de mécanismes et de sources d'information suffisantes et efficaces. L'information doit au moins porter sur les aspects suivants:

- Valeurs environnementales, patrimoniales, culturelles, historiques et ethnographiques (celles qui correspondent à chaque cas).
- Équipements à l'usage du public.
- Routes, sentiers et lieux d'intérêt touristique.
- Risques liés aux possibles activités, mesures de prévention existantes et mesures de sécurité obligatoires et recommandées.

5.3.3.2. Education

Les projets de mise en valeur des ressources naturelles offrent de belles opportunités à l'éducation, comprise comme un processus continu dans le temps. D'un côté, elle peut être abordée sous l'angle du processus d'élaboration des projets eux-mêmes, et s'adresse en général au public local, en favorisant la participation et l'échange entre les centres éducatifs et de formation. D'un autre côté, une fois les projets en marche, il est possible de maintenir les objectifs éducatifs en organisant des visites aux zones naturelles ou aux installations avec des écoles, des centres d'enseignements, des universités, ou encore en organisant des séminaires ou autres événements pour approfondir les connaissances du milieu ou même des visites organisées sur les lieux de travaux de réhabilitation de tronçons fluviaux ou de patrimoine.

Le bénévolat environnemental peut aussi être intégré dans les grands projets de mise en valeur des rivières, en participant à diverses phases de ces projets et en améliorant ainsi la formation et l'acquisition de connaissances des bénévoles dans ce domaine.



PHOTO 5.4

Activités éducatives sur la rivière Grande (Málaga) menées par les membres de la Asociación Jara de Coin. (c) Tony Herrera.

5.3.3.3. Signalisation

C'est un élément clé de la mise en valeur des ressources naturelles et des rivières en particulier, étant donné qu'elle répond aux besoins des visiteurs en matière d'accueil, d'orientation et de distribution dans l'espace. Une signalisation efficace est importante comme outil complémentaire de conservation des espaces. Certaines administrations locales ou régionales, ou organismes en charge de gérer des ressources naturelles ou patrimoniales spécifiques, ont élaboré leurs propres manuels de signalisation des lieux et équipements à usage du public. Ces manuels établissent toute une série de normes (couleurs, typographie, tailles des différents signaux, pictogrammes, conceptions, etc.). De façon générale, il faut souligner que le principal défi auquel fait face le concepteur de la signalisation est de trouver l'équilibre entre le besoin d'aménager et d'organiser l'espace et les visites et la prévention de son impact visuel sur les paysages, c'est-à-dire que la signalisation ne doit ni manquer ni être en excès. Les principaux types de signalisation sont:

- Panneaux d'entrée et de sortie.
- Panneaux de périmètre.
- Panneaux de direction.
- Panneaux de situation.
- Panneaux d'identification d'éléments singuliers.
- Panneaux de recommandations.
- Balises de sentiers.
- Panneaux panoramiques.
- Panneaux thématiques.
- Panneaux de sentiers.
- Signaux de risques (y compris ceux qui concernent les environnements fluviaux comme les risques de crue provoquée par l'ouverture de vannes, les zones inondables qui constituent un risque pour les campeurs par temps de pluie, etc.).

5.3.4. Patrimoine culturel, historique et ethnographique

La mise en valeur du patrimoine associé à la présence humaine sur des territoires n'est pas seulement une ressource en soi, mais contribue aussi au renforcement de l'identité territoriale des habitants qui, à son tour, favorise une prise de conscience de la nécessité de prendre soin et de conserver ce patrimoine. Il y a une grande quantité d'éléments culturels, historiques et ethnographiques associés aux rivières et aux bassins, des usages traditionnels (zones de baignade, de pêche ou de plaisance, coutumes locales, etc.) aux constructions (moulins, canaux d'irrigation, vieilles installations hydrauliques d'intérêt touristique, etc.), en passant par les outils et instruments.

Il est important d'assurer une intégration cohérente de ces éléments dans la mise en valeur des rivières et des tronçons fluviaux, et de rechercher toujours la qualité et l'originalité étant donné qu'il y a un risque de saturation du marché touristique avec une offre peu différenciée et massive qui finit par lasser et réduire la demande.



PHOTO 5.5 et 5.6

La pêche sportive est une activité très recherchée dans beaucoup de rivières, de même que la contemplation des paysages fluviaux. (c) Tony Herrera.

5.3.5. Patrimoine naturel et écologique

Comme dans le cas précédent, il est important d'assurer une certaine qualité et originalité. Il faut donc encourager le développement d'espèces animales et végétales différentes, en même temps que d'autres d'intérêt plus généralisé comme peuvent l'être les mammifères et les oiseaux qui habitent les buissons fluviaux ou les zones d'estuaires ou de marécages. Pour cela, il est important d'informer sur les valeurs naturelles de chaque endroit afin

de faire découvrir les éléments différenciateurs comme peuvent l'être les espèces endémiques ou les espèces qui, si elles existent ailleurs, ont été découvertes dans ce bassin, etc. En ce qui concerne les invertébrés, il faut mentionner les libellules et odonates comme groupe suscitant l'intérêt de très nombreux naturalistes amateurs et de photographes. Nombreuses sont les rivières qui présentent des espèces endémiques d'autres groupes d'invertébrés, qu'elles soient locales ou régionales, et même des espèces parfois uniques analysées pour la science dans ces rivières et tronçons. C'est une excellente opportunité d'offre différenciée et originale. Et même si ces espèces ne pourront pas toujours être observées par les visiteurs, elles feront l'objet de panneaux explicatifs sur leurs caractéristiques et leur importance pour l'écosystème qu'elles habitent.

Dans des zones qui présentent de fortes valeurs naturelles et écologiques singulières, on pourra mettre en valeur ces ressources au profit du "tourisme scientifique" qui s'adresse aux chercheurs, taxinomistes en quête de nouvelles espèces, groupes d'étudiants universitaires en stage, etc.



PHOTO 5.7

Spécimen mâle de libellule de l'espèce *Trithemis annulata*. Cette espèce migra il y a plusieurs décennies du Nord de l'Afrique à la Péninsule ibérique et est arrivée jusque dans le sud de la France. (c) Tony Herrera.

5.3.6. Promotion et marketing

Lorsqu'il s'agit de projets d'une certaine envergure, qui cherchent à exploiter les rivières comme ressources touristiques, une mise en valeur adéquate requiert une bonne stratégie de promotion et de marketing. Il faut avant tout concevoir un produit de qualité, c'est-à-dire un produit qui satisfait au mieux les attentes des visiteurs (en respectant toujours les restrictions imposées par les garanties de conservations des ressources et de la durabilité). Il faut aussi penser que toutes les ressources que l'on peut trouver dans un bassin ou autour d'une rivière ne sont pas attrayantes de façon égale d'un point de vue touristique, bien que, comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, la mise en valeur ne se limite pas aux objectifs touristiques. Ce qui doit prévaloir, c'est l'amélioration de la qualité de vie des habitants du territoire. Et pour revenir au point de vue touristique, dès le début du projet, la stratégie commerciale va être clé dans le succès de celui-ci à long terme. Il ne suffit pas d'avoir un produit intégré, de qualité, original et compétitif, encore faut-il savoir le vendre sur le marché. Dans ce sens, il faut envisager, si la dimension du projet le permet, la création d'une marque ou d'un logo qui incorpore les symboles ou icônes les plus significatifs. Une fois créée cette marque, il faudra la positionner sur le marché au moyen de campagnes de communication et de marketing.

Dans le cadre de projets ou d'interventions à petite échelle, il faudra étudier la possibilité d'intégrer les aspects de commercialisation à d'autres produits touristiques de plus grande envergure afin de créer des synergies positives.

5.3.7. Évaluation socio-économique

Il est indispensable de réaliser une étude des coûts et bénéfices appropriée, aussi bien s'il s'agit de projets qui ne sont destinés qu'à améliorer la qualité de vie des habitants du territoire, que s'il s'agit de projets touristiques ou mixtes (cette formule est idéale et fortement recommandée). Pour une plus grande efficacité, ces analyses préalables doivent inclure une évaluation économique des services écosystémiques afin de poser clairement la valeur liée à la conservation et à la réhabilitation des environnements fluviaux. Comme on l'a déjà vu antérieurement, la réhabilitation de tronçons fluviaux détériorés offre une bonne opportunité d'harmoniser la conservation avec le développement économique des territoires. Il est possible de conserver en l'état des tronçons primitifs, tout en récupérant d'autres tronçons qui étaient détériorés pour le tourisme et l'usage du public. Dans ce genre de projets, il sera aussi plus facile de quantifier les bénéfices tirés de ce projet, étant donné qu'il sera aussi plus facile de relier les investissements aux améliorations et aux entrées d'argent ainsi obtenues. Cependant, certains tronçons qui présentent un grand intérêt pour leur conservation pourront être mis en valeur à la condition expresse que les activités qui s'y déroulent aient un impact minimum et un usage peu intensif. On citera comme exemple le tourisme scientifique (qui peut en plus améliorer la connaissance de la rivière) ou le tourisme paysager qui ne requièrent pas le contact direct avec la rivière mais qui peuvent s'exercer à distance.

L'appréciation au niveau social des habitants et usagers de l'environnement fluvial est très important et doit aussi être pris en compte dans le calcul économique, car ce serait une erreur que de se limiter à ce dernier. Certains projets peuvent mettre des années à être valorisés positivement par les citoyens. Il convient donc de renouveler les campagnes de participation, d'éducation et de sensibilisation.

5.3.8. Quelques remarques pour garantir la bonne réalisation et suivi des interventions

De façon générale, nous donnerons ici quelques conseils qui peuvent aider la personne en charge de la gestion ou planification des interventions de mise en valeur et usage public des rivières.

- Diversification des éléments qui sont mis en valeur pour produire une offre intégrée, solide et suffisamment attrayante.
- Tirer profit des éléments qui favorisent l'originalité. Ce point ne contredit pas le précédent étant donné qu'une offre qui présente de nombreuses valeurs et possibilités d'utilisation n'est pas exempte d'aspects singuliers que l'on pourra faire se dégager de façon adéquate.
- Faire en sorte que les interventions d'amélioration et de réhabilitation du patrimoine n'aient pas trop d'impacts sur l'environnement. Il faudra de toute façon tirer profit de ces projets pour introduire des améliorations dans le milieu naturel.
- Dans le cas des rivières, l'élaboration d'études précises sur les valeurs de leur biodiversité (la faune et la flore, les communautés végétales et animales présentes, etc.) peut offrir une valeur ajoutée importante, surtout en ce qui concerne les invertébrés. De nombreuses espèces sont endémiques, d'autres n'ont pas encore été découvertes ou bien la connaissance sur leur distribution reste encore à être améliorée.
- Parce que rare, la possibilité de pouvoir contempler des paysages naturels et encore vierges d'éléments artificiels est de plus en plus recherchée. C'est pour cela que l'élimination d'éléments ayant un impact visuel sur la qualité du paysage peut là aussi présenter une importante valeur ajoutée.
- Dans le cadre de projets de mise en valeur assortis d'une dotation économique relativement importante, il conviendra d'assurer un suivi continu au moyen de questionnaires de satisfaction aux visiteurs et aux usagers. On peut aussi se doter de certifications diverses ou encore mener des audits.

06.

**MISE EN VALEUR
DES BASSINS DU
PÉRIMÈTRE IDARA**



6.1 CONSERVATION

6.1.1. Guadalhorce

Le bassin du Guadalhorce jouit d'un potentiel extraordinaire de conservation malgré une densité de population et une exploitation du sol élevées. En ce qui concerne la valeur et la singularité des paysages, nous ferons une mention particulière des gorges de Gaitanes.

Certains affluents, comme les rivières Pereilas ou le Turón et bien d'autres cours d'eau principalement aux sources, jouissent d'une biodiversité extraordinaire et en partie encore peu connue. Concrètement, en étudiant certains tronçons situés aux sources dans la Sierra Alpujata, on a découvert une population d'invertébrés aquatique exceptionnellement riche. Récemment, alors que cet ouvrage était en voie de rédaction, on a découvert dans cette zone une nouvelle espèce de neuroptères (un insecte aquatique). Cette trouvaille est un événement marquant, puisqu'il n'existe que 14 espèces de ce groupe d'insectes dans le monde ; cette nouvelle communauté est donc le premier foyer connu qui existe sur la Péninsule ibérique.

D'autres groupes d'animaux sont importants pour le bassin, en particulier les oiseaux qui habitent la Zone Naturelle de l'Embouchure du Guadalhorce.

Il est conseillé d'augmenter les efforts et les actions en matière d'étude et de conservation des tronçons qui jouissent encore d'un bon état naturel et d'une grande richesse biologique.



PHOTO 6.1

Larve d'une nouvelle espèce de neuroptères découverte dans un cours d'eau à la source du Guadalhorce, dans la Sierra Alpujata. (c) Óscar Gavira.



PHOTO 6.2

Aspect de la Zone Naturelle de l'Embouchure du Guadalhorce. (c) Tony Herrera.

6.1.2. Vélez

À l'instar de la zone de la rivière Guadalhorce, les tronçons et affluents à la source possèdent un potentiel de conservation important grâce à leur bon état général. Cependant, il n'y a pas beaucoup d'information détaillée, basée sur des études et des travaux spécifiques qui traitent de la biodiversité des écosystèmes aquatiques de cette zone. Il serait donc nécessaire de mieux connaître la composition des écosystèmes aquatiques de ces rivières pour en augmenter le potentiel de conservation et pour pouvoir planifier des actions de gestion destinées à les préserver. Des projets de canalisation sur l'axe de la rivière Vélez, sur ses tronçons moyens et inférieurs, ont été mis en place pour éviter les problèmes d'inondation. Il faudrait aussi analyser le bien-fondé de ces interventions dans le cadre d'un nouveau modèle de gestion que nous décrivons dans cet ouvrage. Ce manuel a pour objectif d'offrir une autre vision et des alternatives qui pourraient être mises en pratique dans ce bassin fluvial.

De même, le Ministère de l'Environnement et la mairie de Vélez elle-même ont abordé une série de projets et d'idées pour encourager la réhabilitation et la mise en valeur de ce qui reste de la zone humide qui fut, dans le temps, le delta du fleuve. Ces interventions sont certainement très importantes pour la conservation de la biodiversité liée aux zones humides de cette rivière.



PHOTO 6.3

Aspect de la zone humide liée à l'embouchure de la rivière Vélez. (c) Tony Herrera.

6.1.3. Loukkos

Même avec une densité de population élevée, le territoire de la rivière Loukkos n'a pas été aussi affecté par l'impact des constructions et des infrastructures que ne l'ont été les bassins des rivières de Málaga. Les impacts les plus significatifs sont surtout causés par un pastoralisme excessif et par l'extraction de bois des montagnes, ce qui engendre des problèmes de conservation et d'érosion sur les parties intermédiaire et supérieure du bassin. Sur la partie basse, les problèmes sont surtout produits par l'augmentation de l'irrigation (favorisée par l'implantation de grandes entreprises et de secteurs industriels caractérisés par leur forte capacité d'investissement et de transformation des matières premières) et le pompage incontrôlé d'eau des puits. De même, on a constaté que les problèmes de pollution sont de plus en plus graves dans cette zone. Mais contrairement à ce qui se produit dans l'environnement des rivières Vélez et Guadalhorce, où l'urba-

nisation et l'usage du sol sont déjà bien répandus et consolidés, le bassin de la rivière Loukkos a encore la possibilité d'aménager et de planifier le développement urbain, la voirie, l'industrie et l'activité agricole en incorporant des critères de développement durable et de conservation de l'environnement. On peut même dire que, du point de vue de la conservation, le territoire de ce bassin fluvial se trouve à un moment clé où de nombreux aspects environnementaux et

patrimoniaux (dont la valeur est en plein essor) peuvent encore être préservés. Les bénéfices économiques qui, dans d'autres territoires ont été obtenus au détriment du développement durable et en détruisant de manière irréversible de nombreuses ressources, pourraient être obtenus dans le bassin du Loukkor en tablant sur un modèle de développement différent, moins agressifs et qui vise la conservation et la protection des ressources naturelles et patrimoniales.



PHOTO 6.4 et 6.5

À gauche, un spécimen de tortue grecque (*Testudo graeca*), fréquente dans les zones moyennes et supérieures du bassin de la rivière Loukkos. À droite, un aspect du paysage avec sa configuration en mosaïque, en aval du barrage de Makhazine. (c) Tony Herrera.



PHOTO 6.6 et 6.7

À gauche, on peut voir comment l'activité industrielle envahit les zones humides et de marécages. Sur l'image de droite, on peut observer un autre phénomène qui menace l'environnement de la zone supérieure du Loukkos: le développement de grands systèmes d'irrigation par de puissants groupes de capitaux. (c) Tony Herrera.

6.2 RESTAURATION ET RÉHABILITATION FLUVIALE

6.2.1. Guadalhorce

La forte densité de population et l'usage intensif des ressources du territoire font que de nombreux tronçons du bassin du Guadalhorce sont altérés ou détériorés et promet donc un fort potentiel d'amélioration. Pour augmenter la connectivité écologique et la fonctionnalité de certains de ses cours d'eau, on pourrait appliquer diverses interventions que nous avons mentionnées dans cet ouvrage. Parmi ces interventions, on donnerait la priorité à celles qui sont destinées à récupérer la connectivité longitudinale de la frange de végétation riveraine dans les zones où celle-ci manque ou est remplacée par des espèces allochtones. Il serait intéressant d'envisager des projets plus ambitieux de restauration qui permettraient de récupérer l'espace fluvial sur les tronçons moyens et inférieurs sur l'axe du Guadalhorce et de certains de ses affluents comme la rivière Grande ; c'est-à-dire leur redonner une certaine liberté de mouvement. Cela contribuerait à diminuer les risques et les dommages économiques engendrés par les grandes crues. Il semble prioritaire de sensibiliser les populations riveraines sur la nécessité d'un usage public de qualité qui soit compatible avec la conservation et la réhabilitation des rivières et qui ne cherche pas à transformer les rives en jardins publics (une tendance généralisée et fréquente ces derniers temps). Nous ferions des progrès également si les projets de canalisation et d'amélioration de la capacité d'écoulement des rivières (absolument nécessaires et justifiés, d'après les critères de la Directive Cadre de l'Eau), étaient révisés de sorte qu'ils évitent au maximum les impacts environnementaux et qu'ils privilégient les techniques de bioingénierie si la situation le permet. D'autres projets plus petits et spécifiques de réhabilitation peuvent servir à éliminer les obstacles qui entravent la connectivité longitudinale, améliorant ainsi certains gués et d'autres infrastructures. De même, il faut envisager l'élimination et le contrôle des espèces de végétation allochtone, en particulier

le roseau (*Arundo donax*), principal responsable de nombreux problèmes d'obstruction de petits ponts et passages, et d'autres espèces d'arbres de plus en plus présents dans le bassin de la rivière Grande ces dernières années comme le platane (*Platanus* sp.). Bien entendu, la mise en place d'un régime approprié de débits environnementaux sur les tronçons régulés et la recherche de solutions aux problèmes de pollution sont des éléments indispensables dans tout projet de réhabilitation et d'amélioration du bassin.



PHOTO 6.8

Invasion de roseaux allochtones (*Arundo donax*) sur un tronçon moyen de la rivière Grande.
(c) Tony Herrera

6.2.2. Vélez

Les propositions qu'offre cet ouvrage, qui prône la conservation, l'amélioration et la mise en valeur des rivières, doivent être ambitieuses, même si l'on est conscient de la difficile réalité des divers territoires ici étudiés. Dans le cas de la rivière Vélez, il existe un potentiel d'amélioration environnementale élevé sur le tronçon final, avec la récupération d'espace supplémentaire pour les zones humides et pour une frange d'amortissement entre celles-ci et l'environnement fortement anthropisé. Aussi, un projet de récupération de cette zone devrait tenter non seulement de gagner de l'espace supplémentaire pour la rivière et ses zones humides, mais aussi pour que les inondations, au lieu d'être un problème pour l'homme, deviennent un facteur de revalorisation et une source de services écosystémiques pour l'amélioration de la qualité de vie des habitants du territoire. Dans d'autres zones du bassin, il y a de nombreux tronçons où un contrôle des populations d'espèces envahissantes serait nécessaire, de même que récupérer au maximum la connectivité longitudinale du bois riverain naturel.



PHOTO 6.9

Certaines terres cultivées, proches du tronçon inférieur de la rivière Vélez et de sa zone humide, pourraient être intégrées dans un projet ambitieux de restauration et d'amélioration environnementale de cette zone. (c) Tony Herrera.

6.2.3. Loukkos

La détérioration de l'espace fluvial du Loukkos et des berges des tronçons moyens et supérieurs est principalement due à la forte pression exercée par l'élevage. Cette pression affecte aussi les ressources forestières et, d'une certaine façon, engendre des phénomènes d'érosion prononcée. Dans la partie inférieure du bassin, le territoire se caractérise par une forte densité démographique et un important usage du sol. L'altération des débits, due à la régulation et aux perturbations causées par l'augmentation de l'irrigation, se répercute sur la qualité de l'eau et sur la végétation riveraine. La pression urbanistique et industrielle, surtout dans les environs de Larache, a favorisé l'apparition de zones marginales qui présentent une détérioration très avancée des rives et de leur environnement.

Il y a donc là, dans tout le bassin, un fort potentiel pour le développement de projets de restauration et de réhabilitation. Dans la partie supérieure, ces projets devraient encourager un changement dans la façon d'exploiter les ressources forestières et d'élevage et corriger à la racine les problèmes d'érosion. Pour cela, il est recommandé de mener des campagnes de formation et de qualification très intenses, et encourager le plus possible l'intérêt et la participation des habitants. Dans la partie inférieure, il faudrait mettre en place des interventions plus localisées de réhabilitation de tronçons fluviaux et récupérer surtout la connectivité longitudinale et latérale des forêts riveraines. Là aussi, l'amélioration environnementale passe par la mise en place d'un régime approprié de débits environnementaux et une correcte planification et un contrôle de la demande en eau du territoire.



PHOTO 6.10 et 6.11

À gauche, la zone déboisée montre des problèmes d'érosion dans le bassin moyen de la rivière Loukkos. À droite, tronçon inférieur du bassin avec les berges fortement détériorées. (c) Tony Herrera.

6.3 MISE EN VALEUR ET USAGE PUBLIC

6.3.1. Guadalhorce

Dans le premier chapitre, nous avons signalé la présence de multiples valeurs historiques, patrimoniales et ethnographiques dans tout le bassin de la rivière Guadalhorce. Cela doit justement être l'un des points forts de tout projet de mise en valeur et d'usage public que l'on veut implanter. En ce qui concerne la mise en valeur des atouts naturels et de biodiversité déjà présents sur les tronçons de rivières et de ruisseaux à la source, elle doit se limiter à des zones bien délimitées et ne pas mettre en péril la conservation de ces mêmes atouts. Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur la conservation, il est préférable de choisir des tronçons accessibles et détériorés à proximité de ces zones, qui puissent être restaurés ou réhabilités pour l'usage du public, en informant sur la singularité des écosystèmes locaux. Dans les lieux d'intérêt paysager, on peut mettre en place des projets qui visent l'amélioration des voies d'accès, l'élimination des impacts sur la fragilité et la singularité du paysage et surtout l'amélioration des dispositifs d'information et de signalétique. Le projet développé par la Diputación de Málaga, appelé Gran Senda de Málaga (la Voie Majeure de Málaga), qui prévoit de combiner le tourisme, la nature et le sport par le biais de la récupération de sentiers, est sans aucun doute une chance extraordinaire d'incorporer la mise en valeur des cours d'eau et leur patrimoine adjacent.



PHOTO 6.12 et 6.13

Images de l'un des tronçons les mieux conservés de la rivière Guadalhorce, dans la zone plus connue sous le nom de Los Gaitanejos. (c) Jacinto Segura.

6.3.2. Vélez

Comme nous l'avons déjà vu, il existe de nombreux environnements fluviaux dans le bassin du Vélez, très caractéristiques et très divers, qui présentent un important potentiel pour des interventions destinées à aménager la rivière à l'usage du public (les tronçons à la source bien conservés dans le Parc Naturel des montagnes de Tejeda, Almijara et Alhama, les tronçons moyens et les abords du réservoir de la Viñuela et le delta et l'embouchure de la rivière). Leur mise en valeur enrichirait les attraits déjà présents de la région de la Axarquía ainsi que leurs valeurs paysagères. Des mesures d'éducation environnementale, de sensibilisation auprès du public et de participation citoyenne seront nécessaires dans des bassins comme celui-ci et dans celui de la rivière Guadalhorce, dont le territoire souffre d'une forte densité de population et d'un usage intensif.

Cependant, il y a encore des carences au niveau des études spécifiques sur les valeurs de biodiversité des cours d'eau du bassin. Ces études permettraient de connaître plus en détail les espèces et les communautés végétales et animales présentes sur le territoire et analyser lesquelles de ces espèces seraient les plus caractéristiques et les plus représentatives pour contribuer à la mise en valeur du territoire.

6.3.3. Loukkos

Le bassin du Loukkos offre lui aussi de grandes opportunités pour la mise en valeur de la rivière et les usages publics. Grâce à la riche diversité de paysages et les nombreuses valeurs naturelles, patrimoniales et ethnographiques encore présentes sur ce territoire et qui peuvent donc être exploitées (si les processus de détérioration sont freinés à temps), la rivière Loukkos peut facilement devenir un bassin fluvial pilote dans le développement d'importants projets qui intègrent la conservation et la mise en valeur des ressources fluviales. Nombreuses sont les zones accessibles que l'on pourrait aménager pour l'usage du public et

pour l'amélioration de la qualité de vie des habitants. On pourrait aussi y mener des interventions pour le reboisement et la formation agricole, qui créeraient en plus de l'emploi. Il est important de veiller sur les valeurs ethnographiques et de les préserver, vu qu'il reste encore dans cette région de nombreux us et coutumes traditionnels. C'est justement l'un des points forts de ce territoire et sa mise en valeur permettrait d'améliorer la qualité de vie des populations locales, sans pour autant pervertir les traditions. Voilà un défi à relever, qui requiert de l'imagination, de l'originalité mais aussi de la responsabilité



PHOTO 6.14, 6.15, 6.16 et 6.17

Exemples d'activités traditionnelles que l'on trouve encore dans le milieu rural, ainsi que des valeurs patrimoniales et paysagères qui offrent un fort potentiel pour la mise en valeur du bassin moyen de la rivière Loukkos. (c) Tony Herrera.

6.4 LES INTERVENTIONS DANS LE CADRE DU PROJET IDARA

6.4.1. Guadalhorce

Deux types d'interventions ont été menés dans le bassin de la rivière Guadalhorce (voir tableau 6.1.). L'une d'elles, sur un tronçon dans l'axe même de la rivière Guadalhorce, a consisté à retirer des eucalyptus et à les remplacer par des espèces autochtones. D'autres interventions ont été menées sur les marges fluviales, en faisant appel à des techniques de bioingénierie pour stabiliser les talus, et des équipements ont aussi été implantés (panneaux d'interprétation, mobilier rustique, etc.) pour aménager la zone pour l'usage du public. La seconde intervention a eu lieu sur un tronçon du ruisseau Los Portillos qui passe par les communes d'Antequera et de Villanueva del Rosario. Là aussi, on a aménagé une aire pour le public en restaurant un habitat détérioré et en renforçant ses valeurs naturelles.

TRONÇON	DESCRIPTION	ACTIONS
Tronçon du Guadalhorce	Situé sur la commune d'Ardales, entre les barrages de Conde de Guadalhorce-Guadálteba et Guadalhorce. Ce tronçon jouit d'un débit permanent, régulé par les barrages, et l'on y trouve l'espace naturel Cañón del Desfiladero de Los Gaitanes. Le périmètre d'intervention inclut 740 m de la marge droite.	- Retrait de la végétation exotique, concrètement des spécimens d'eucalyptus. - Reboisement avec des espèces autochtones, essentiellement des frênes. - Action démonstrative d'endiguement de l'érosion avec des techniques de bioingénierie. - Installation de panneaux explicatifs sur l'action de réhabilitation et de panneaux d'interprétation sur les valeurs naturelles de la zone. - Implantation d'équipements pour réhabiliter une petite zone de loisirs.
Tronçon du ruisseau de los Portillos	Situé sur les communes de Villanueva del Rosario et d'Antequera, à proximité de l'auberge de jeunesse.	- Nettoyage et retrait des résidus et des décombres. - Action démonstrative d'endiguement de l'érosion avec des techniques de bioingénierie. - Plantation d'espèces d'arbres autochtones riveraines (peupliers, frênes, ormes). - Installation d'un panneau d'interprétation sur les valeurs naturelles de la zone. - Création de petites aires de repos juste à côté du tronçon fluvial avec l'installation d'éléments de mobilier rustique, entre autres.

TABLEAU 6.1

Description des actions démonstratives, développées dans le cadre du projet IDARA, dans le bassin du Guadalhorce.

**PHOTO 6.18 et 6.19**

Zone de retrait d'eucalyptus sur le tronçon de la rivière Guadalhorce à Gaitanejos. (c) Jacinto Segura.

**PHOTO 6.20**

Aspect des travaux récemment terminés sur le tronçon de stabilisation des processus d'érosion, avec des techniques de bioingénierie, sur le ruisseau de los Portillos. (c) Jacinto Segura.

6.4.2. Vélez

Une action démonstrative a été menée sur le tronçon final de la rivière Vélez, du pont de chemins de fer jusqu'à l'embouchure. On a éliminé d'importantes masses de roseaux (*Arundo donax*) envahissants et on a repeuplé la zone avec des espèces autochtones. On a favorisé les dispositifs d'usage pour le public avec l'aménagement de sentiers, l'installation d'un observatoire ornithologique, des équipements et des panneaux d'interprétation.

TRONÇON	DESCRIPTION	ACTIONS
Tronçon de l'embouchure	Tronçon compris entre le pont de l'ancien chemin de fer et l'embouchure sur la plage.	• Reboisement avec des espèces autochtones riveraines sur la marge gauche. • Débroussaillages pour ôter les roseaux et aménagement de sentiers pour habiliter une route pour les piétons et les cyclistes. • Construction d'un observatoire ornithologique sur la marge gauche, dans une zone proche de l'embouchure. • Installation de panneaux d'interprétation sur les valeurs naturelles et culturelles de la zone. • Création d'une aire de repos proche du sentier et dotée de mobilier rustique.

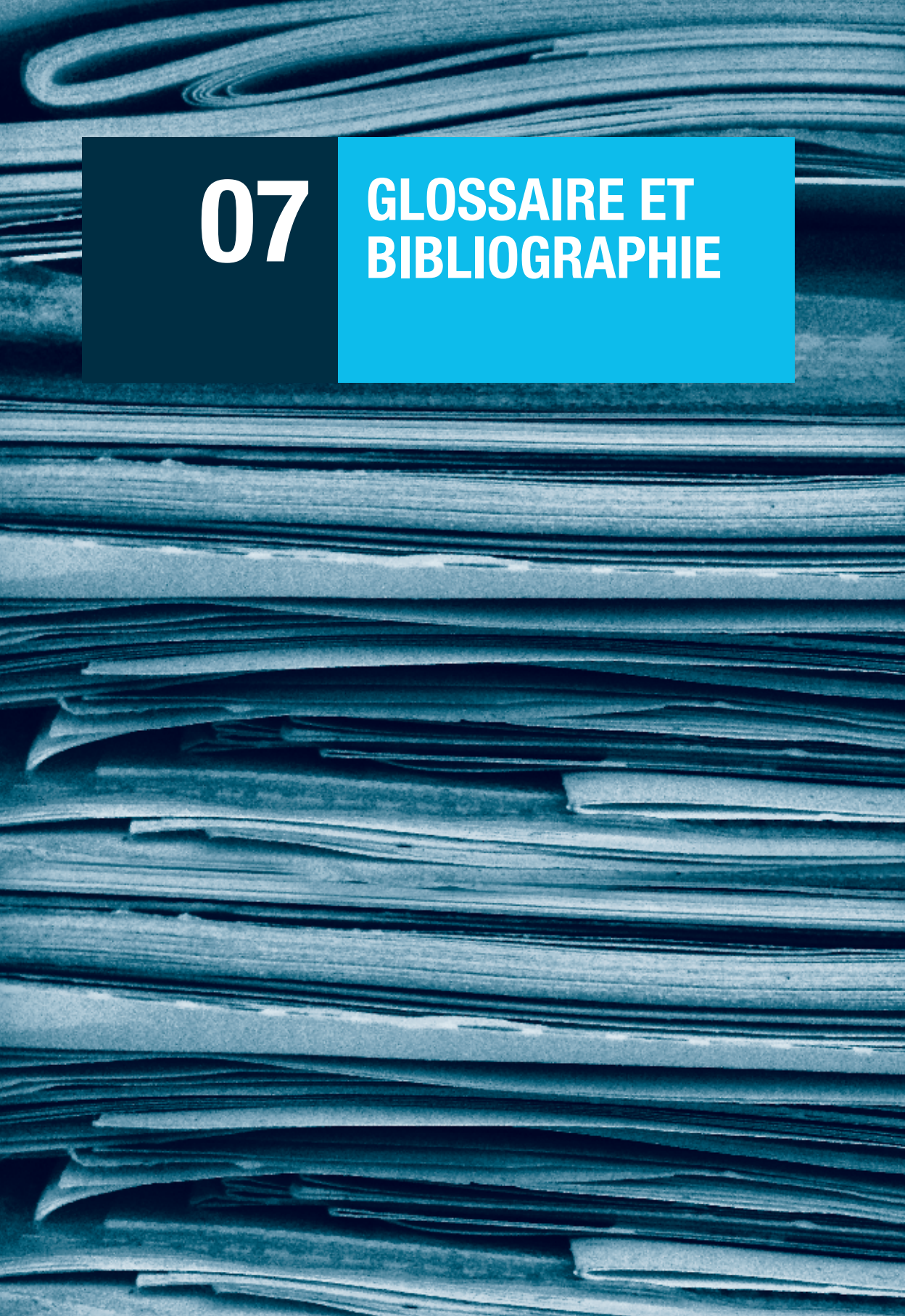
TABLEAU 6.2
Description des actions démonstratives développées dans le cadre du projet IDARA, dans le bassin de la rivière Vélez.

6.4.3. Loukkos

Des actions démonstratives d’amélioration de l’environnement, avec des techniques de bioingénierie, ont aussi été programmées sur la rivière Loukkos. Elles auront lieu sur le tronçon inférieur de la rivière, en favorisant les usages pour le public avec l’installation de trois observatoires ornithologiques dans la zone humide et de marécages. On installera aussi un panneau informatif sur les actions qui vont être menées.

TRONÇON	DESCRIPTION	ACTIONS
Tronçon inférieur de la zone humide et de marécages.	Marécages, zones inondables et méandres du cours inférieur de la rivière Loukkos.	• Actions démonstratives d'endiguement de l'érosion avec des techniques de bioingénierie. • Installation de panneaux explicatifs sur l'action de réhabilitation et d'interprétation des valeurs naturelles de la zone. • Installations de trois observatoires ornithologiques.

TABLEAU 6.3
Description des actions démonstratives développées dans le cadre du IDARA dans le bassin de la rivière Loukkos



07

**GLOSSAIRE ET
BIBLIOGRAPHIE**

7.1 GLOSSAIRE

Les termes ou concepts contenus dans cette liste sont signalés par une astérisque la première fois où ils apparaissent dans l'ouvrage

Dynamique fluviale:

Elle comprend l'ensemble des processus selon lesquels l'action des cours d'eau modifie le relief terrestre et son propre tracé.

Écosystèmes:

Il s'agit de systèmes naturels formés par un ensemble d'organismes vivants (biocénose) et du milieu physique où elles réagissent entre elles et avec le propre milieu (le biotope). Un écosystème est une unité composée d'organismes interdépendants qui partagent un même habitat. L'échelle appliquée aux écosystèmes pourra varier en fonction du degré de précision qui nous intéresse dans chaque cas. De cette façon, nous pourrions différencier les écosystèmes marins des écosystèmes terrestres ou, à l'intérieur de l'écosystème marin, par exemple, faire une distinction entre les écosystèmes de fosses marines profondes, les écosystèmes de zones intermaréales, les écosystèmes de zones coralliennes, etc.

Espèce autochtone et espèce allochtone:

L'espèce autochtone ou native est celle qui appartient à une région ou à des écosystèmes concrets. Sa présence dans un lieu déterminé est due à des phénomènes naturels, sans qu'il y ait eu une intervention de l'homme. Quand une espèce est transférée hors de sa région naturelle par l'être humain, que ce soit expressément ou accidentellement, elle est alors considérée comme une espèce allochtone dans son nouvel habitat.

L'évapotranspiration:

C'est le résultat du processus selon lequel l'eau passe de l'état liquide à l'état gazeux et directement, ou au travers des plantes, revient dans l'atmosphère

sous forme de vapeur. Le terme ne peut s'appliquer correctement qu'à une portion de terrain spécifique, couverte de végétation. Si cette végétation était absente, on ne pourrait parler alors que "d'évaporation".

Plantes hélophytes:

Ce sont des plantes aquatiques, poussant sur des terrains détrempés, avec la majeure partie de leur appareil végétatif (les feuilles, les tiges et les fleurs) hors de l'eau. On les trouve au bord des rivières, des lagunes, des mares et des zones inondables peu profondes. Elles présentent habituellement un système rhizomique qui leur permet de s'étendre de façon souterraine, pouvant coloniser rapidement son nouvel habitat.

Niche écologique:

Ce concept fait allusion à l'occupation ou à la fonction qu'occupent certains êtres vivants dans l'écosystème qu'ils habitent. Cela inclut tous les facteurs biotiques, abiotiques et anthropiques que rencontre l'organisme. En d'autres mots peut-être plus simples encore, c'est la spécialité ou profession d'une espèce déterminée dans son habitat et la façon qu'elle a de faire usage de facteurs environnementaux physiques et biologiques disponibles pour le développement de ses activités vitales. Il ne s'agit donc pas d'un espace physique concret mais d'un concept abstrait qui embrasse tous les facteurs qui font que l'on trouvera certaines espèces vivant dans un écosystème donné. Ainsi, l'échelle choisie pour analyser l'écosystème pourra être aussi celle que l'on utilisera pour analyser une niche écologique.

Période de retour ou période de récurrence:

C'est l'intervalle moyen exprimé en années au cours duquel une valeur extrême atteint ou dépasse la valeur « x » au moins une seule fois. De cette façon, si la précipitation maximale en 24 heures pour une période de retour de 100 ans, mesurée dans un observatoire, est de 80 mm/24 heures, cela veut dire que ce même phénomène de 80 mm de précipitation en 24 heures peut se reproduire ou être dépassé au moins une fois en 100 ans.

7.2 BIBLIOGRAPHIE

- **Agence Catalane de l'Eau (2006).** *Directives de planification et gestion de l'espace fluvial*. Guide Technique. Generalitat de Catalunya.
- **Agència Catalana del Agua (2006).** *Implantation de la Directive Cadre de l'Eau en Catalogne. Analyse des Pressions et des Impacts*. Guia Técnica. Generalitat de Catalunya.
- **De la Hera, A., Fornés, J.M. et Bermúdez, M. (2011).** *Services Écosystémiques des zones humides de l'arrière-pays. Perspective de l'implantation en Espagne de la directive cadre sur l'eau de l'Union Européenne*. Hydrological Sciences Journal. 56 (8): 1656-1666.
- **Évaluation des Écosystèmes du Millénaire en Espagne (2011).** L'évaluation des Écosystèmes du Millénaire en Espagne. Synthèse de résultats. Fundación Biodiversidad (Fondation Biodiversité). Ministère de l'Environnement, du Milieu Rural et Marin.
- **García de Jalón, D. (2003).** *Restauration des Berges*. (Benayas et autres). Association Espagnole d'Écologie Terrestre. Université D'Alcalá 2003.
- **Gavira, O., Sánchez, S. Carraco, P., Ripoll, J y Solis, S. (2012).** *Présence de la famille des Névrorthidés (Neuroptères) sur la Péninsule ibérique*. Bol. Soc. Entom. Aragonesa. 51:217-220.
- **González del Tánago, M. et García de Jalón, D. (1998).** *Restauration des Rivières et des Berges*. Fondation Conde del Valle de Salazar et les éditions Mundi-Prensa.
- **González del Tánago, M. et García de Jalón, D. (2007).** *Restauration des rivières. Guide méthodologique pour l'élaboration de projets*. Ministère de l'Environnement.
- **Haynes-Young, R.H., Potschin, M.P, de Groot, D., Kienast, F. et Bolliger, J. (2010):** Vers une Classification Internationale des Services Écosystémiques (CICES) commune, pour une Comptabilité Environnementale et Économique Intégrée. Rapport à l'Agence Environnementale Européenne. Contrat No: No. EEA/BSS/07/007. Copenhague.
- **Herrera-Grao, A. (2005).** *Applications de la Bioingénierie. II cours sur l'écologie fluviale et la restauration de rivières et des berges*. Madrid, CEDEX.

- **Ibarra, J., Jaso, C. (1991).** Manuel de restauration des rivières. Monographies. Département de l'Environnement du Gouvernement de Navarre.
- **Ibarra Jaso Consultores. (1998).** Inventaire et évaluation des travaux de restauration en Navarre, période 1990-1997. Département de l'Environnement du Gouvernement de Navarre.
- **Junta de Extremadura (Gouvernement de l'Estrémadure). (2007).** Le problème des bio-invasions en Estrémadure. Ministère de l'Industrie, de l'Énergie et de l'Environnement du Gouvernement d'Estrémadure.
- **La Roca, F., Ferrer, G., Gual, M. et Farhad, S. (2011).** Analyse de la contribution actuelle des Services Écosystémiques liés à l'eau dans le bien-être social à l'échelle des plans d'eau, *projet SCARCE*, Livrable 7.1.
- **MA (Millennium Ecosystem Assessment) (2003).** Les écosystème et le bien-être social: cadre pour une estimation, Island Press, Washington, D.C.
- **MA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005).** Les écosystème et le bien-être social: synthèse. Island Press, Washington DC.
- **Magdaleno Mas, F. (2008).** Manuel de Techniques de Restauration Fluviale. CEDEX. 300 Pp.
- **Magdaleno, F. (2011).** Gestion et restauration des bois riverains. Bulletin de l'Observatoire de la Diversité Biologique et des processus écologiques en milieu rural. 3: 7-14.
- **Magdaleno, F. (2013).** Les berges fluviales. *Ambienta*. 104: 90-101.
- **Martín Vide, J.P. (2002).** Ingénierie des rivières. Aux éditions UPC.
- **Menchaca Martínez, D. (2010).** Le secteur de l'eau au Maroc. Office Économique et Commerciale de l'Ambassade d'Espagne à Rabat. ICEX. 92 Pp.
- **Munné, A., et al. Critères de Gestion et Réhabilitation des Espaces Fluviaux.** *Document d'application des critères d'après la Directive Cadre dans les Politiques de l'Eau de l'Union Européenne (2000/60/CE)*. Agence Catalane de l'Eau. Département de l'Environnement. Generalitat de Catalunya.
- **Ollero, A. (2007).** Territoire Fluvial. Diagnostic et Proposition pour la gestion de l'environnement et des risques dans l'Èbre et les cours inférieurs de ses affluents. Bakeaz, 255pp.
- **Ollero, A., Ibisate, A. et Elso, J. (2010).** Le territoire fluvial: un espace pour la restauration. Notes techniques du CIREF. N° 1.
- **Ollero, A. (2011):** Altérations des régimes de débit des cours d'eau. In: SEO-Birdlife (Coord.): *Manuels de développement durable. 10. Récupérations des rives*, 21-22. Fondation Banco Santander, Madrid.

- **Ollero, A. (2011):** Altération géomorphologique des rivières. In: SEO-Birdlife (Coord.): *Manuels de développement durable. 10. Récupération des rives*, 22-26. Fondation Banco Santander, Madrid.
- **Ollero, A. (2011):** Du but et de la viabilité de la restauration environnementale. *Geographicalia*, 59-60: 267-279.
- **Ollero, A. (2011):** Restauration fluviale: principes, difficultés et propositions. La perspective du CIREF. *Sauce*, 5: 12-13.
- **Ollero, A.; Ibisate, A.; Horacio, J.; Ferrer i Boix, C.; Martín Vide, J.P.; Acín, V.; Ballarín, D.; Díaz, E.; Granado, D.; Mora, D.; Sánchez Fabre, M. (2011):** Indicateurs géomorphologiques pour un suivi de la restauration fluviale. *I Congrès Ibérique de Restauration Fluviale*, 346-355, MARM, CHD et CIREF, León.
- **Palmer, M. A. & McDonough, O.T. (2013).** Restauration écologique pour la conservation et la récupération des services écosystémiques des rivières. Pp. 279-300. En: Les défis et les opportunités liés à la conservation des rivières. Sabater, S. & Elósegui, A. Fundación BBVA.
- **Palmeri F. (2001).** *Manuel de Techniques d'ingénierie Naturalistique en Milieu Fluvial*. Département du Transport et des Travaux Publics. Gouvernement basque.
- **Sainz de los Terreros, M., García de Jalón et Rayo, D. (1991).** *Canalisation et dragage des cours d'eau: ses effets et techniques pour la restauration de la rivière et de ses berges*. Ed.: Diputación Foral de Álava (Gouvernement d'Álava). Département des Travaux Publics, du Transport et de l'Environnement. Vitoria.
- **Sterling, A. (1996).** *Les buissons, refuges de la vie sylvestre*. Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation. 266 pp.
- **Ureña, J.M. (1999).** *Aménagement et Protection de l'Environnement des rivières en Europe*. Université de Cantabrique.
- **Willaarts, B.A., Volk, M. et Aguilera, P.A. (2012).** Évaluation des services écosystémiques fournis par les flux d'eau douce dans les systèmes agricoles méditerranéens. *Gestion de l'Eau Agricole*. 105: 21-31.

Sites recommandés sur Internet:

- Centre Européen de Restauration des Rivières: www.ecrr.org
- Centre Ibérique de Restauration Fluviale (CIREF): www.cirefluvial.com
- Guide de la Nouvelle Culture de l'Eau: www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-agua

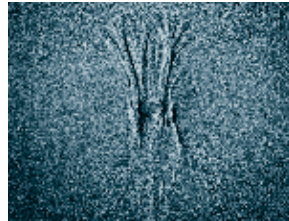
REMERCIEMENTS DE L'AUTEUR

À Núria Bonada, pour le courant qui nous unit, en plus d'être la meilleure des conseillères et correctrices. Sa contribution a été précieuse.

À David Sampedro, pour son aide sur le terrain et pour ses enseignements à travers son analyse du territoire comme géographe.

À Antonio Viñas pour la grandeur de son amitié et pour la belle offrande de ses poèmes.

Aux auteurs qui ont cédé leurs photographies: Alfredo Ollero, AQUANEA, SL, Evelyn García, Fernando Magdaleno, Fernando Salas, Francisco Capell, Jacinto Segura, José Quirós, MEDIODES, Consultoría Medioambiental y Paisajismo, SL, Núria Bonada, Óscar Gavira, Patricia Carrasco et Rafael Yus.



Sur la berge
Un galet
Rejeté là sur la grève
Par la crinière
D'une rivière

—

Antonio Viñas Márquez

