

D

O

S

S

I

E

R

>



FUNCIÓN, PROBLEMÁTICA Y RESTAURACIÓN DE RÍOS Y RIBERAS

ALFREDO OLLERO OJEDA Y MIGUEL SÁNCHEZ FABRE
DPTO. DE GEOGRAFÍA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO, UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

INTRODUCCIÓN: LOS RÍOS O SISTEMAS FLUVIALES

Los ríos son sistemas naturales enormemente dinámicos y complejos. Su principal función es el transporte de agua, sedimentos y nutrientes, pero además conforman espacios lineales de gran valor ecológico, paisajístico y territorial, auténticos corredores que enlazan montañas y tierras bajas. Por tanto, la red fluvial (los ríos o sistemas fluviales) constituye un elemento clave en la dinámica ambiental y en la planificación territorial.

Integrado en los ciclos del agua, de la materia sólida y biogeoquímicos, el sistema fluvial (Schumm, 1977) es un complejo mecanismo hidrológico, geomorfológico (el agua es el principal agente de modelado de la superficie de los continentes) y ecológico de movilización o conducción superficial de las aguas continentales, acompañadas de los materiales que transportan, sedimentos y nutrientes, en el sentido de la pendiente hasta que son vertidas en los océanos. Ejerce, por tanto, un papel fundamental en la dinámica global del planeta. Cuenta con una enorme capacidad de transporte de masa y energía, pero no es sólo un sistema de conducción y concentración progresiva, sino que también constituye un importante mecanismo de disipación de materia y energía, de manera que agua, sedimentos y nutrientes son expandidos a lo largo del sistema y pueden también ser temporalmente retenidos en cada uno de los sectores del mismo.

Existe, por tanto, un sistema fluvial general, con mayúsculas, como mecanismo global, pero cada cárcava, cada arroyo, cada barranco, cada rambla, cada río, cada uno de sus tramos, toda una red de drenaje, toda una cuenca hidrográfica con sus vertientes y sus cauces, todo ello son sistemas fluviales. En todos ellos el agua –más o menos abundante, permanente,

discontinua o esporádica— se moviliza a favor de la pendiente; en todos ellos hay procesos geomorfológicos de erosión, transporte y sedimentación; en todos ellos hay vida —y también, casi siempre, intereses socio-económicos— porque hay agua.

Los fluviales son sistemas abiertos, enormemente dinámicos en el espacio y en el tiempo y considerablemente complejos, de manera que las interrelaciones entre elementos (agua, relieve, sedimentos, suelos, acuífero, vegetación, fauna, hombre...) son innumerables y, por más que nos esforcemos, imposibles de estudiar y comprender totalmente. La mínima variación de un solo elemento hace variar a todos los demás y el conjunto. Podemos decir sin lugar a ninguna duda que todos vivimos dentro de una cuenca fluvial, dentro por tanto del sistema fluvial, por lo que cada una de nuestras acciones, por pequeña que nos parezca, afectará a la cuenca, repercutirá en el sistema.

El sistema fluvial global se estructura en cuencas hidrográficas o vertientes, éstas se ordenan a su vez en subcuencas, y cada una de éstas en un conjunto de cauces jerarquizados que forman una red de drenaje, más todas las vertientes que confluyen en ellos. En suma, el sistema fluvial se estructura en cursos fluviales, y al mismo tiempo cada curso fluvial es un sistema fluvial y presenta una jerarquía (orden) dentro de la red. Desde una pequeña cárcava hasta un gran río, todos estos sistemas fluviales diferentes tienen complejidad, todos presentan un funcionamiento apasionante, ninguno puede ser subestimado en el sistema, todos tienen trascendencia en el territorio.

Como ecosistemas, los sistemas fluviales están formados por biotopos acuáticos (la corriente hídrica) y terrestres (el cauce, las riberas) con una enorme superficie de interacción entre sí, debido a su carácter lineal, a su notable desarrollo longitudinal. De esta manera, los ecosistemas fluviales constituyen ejemplos de máxima interdependencia e interacción entre biotopos y biocenosis. Los ecólogos los consideran ecosistemas bajo tensión, que están sobrealimentados por aportes terrestres y que exportan parte de sus materiales, manteniendo un ciclo relativamente acelerado. Las relaciones ecológicas se coordinan con el flujo del agua, de manera que las comunidades de los tramos inferiores se aprovechan de la relativa ineficiencia con que las comunidades de los tramos superiores utilizan los recursos. En suma, la organización vertical ordinaria en la mayor parte de los ecosistemas aparece deformada en estos ecosistemas lóticos o de aguas fluyentes. El eje vertical está inclinado y es casi horizontal en el sentido de la corriente, mientras la posibilidad de retorno o migración aguas arriba es muy escasa (Margalef, 1983).

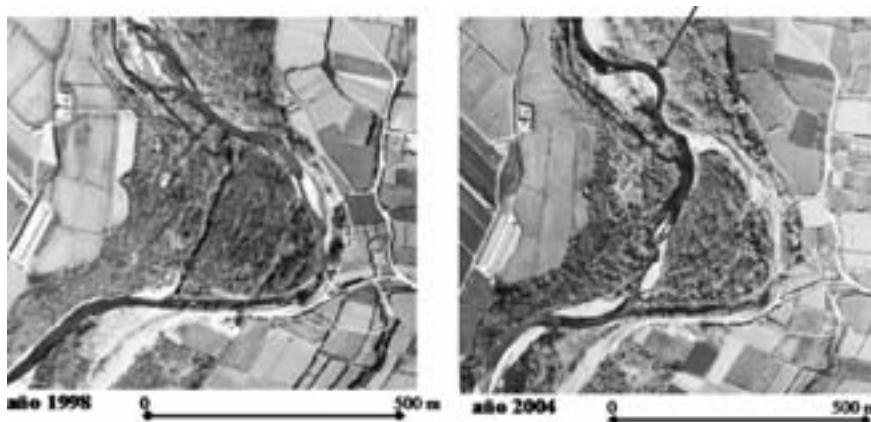
Esta complejidad ecosistémica es explicada por Amoros y Petts (coords., 1993) al definir el hidrosistema fluvial como un sistema complejo de cuatro dimensiones constituido por ecosistemas que interactúan:

- Una dimensión longitudinal que corresponde al gradiente aguas arriba-aguas abajo que sigue el trayecto de las corrientes hídricas desde las cabeceras hasta los grandes colectores fluviales.
- Una dimensión transversal que engloba la diversidad de ecosistemas interactuantes dispuestos en mosaico: cursos funcionales principales y secundarios, brazos muertos, paleocauces, zonas pantanosas, bosques de ribera, ecosistemas terrestres de las islas fluviales y del llano de inundación, etc.

- Una dimensión vertical que se refiere a la estratificación de los ecosistemas de superficie (terrestres y acuáticos) y de las aguas subterráneas del acuífero aluvial. Todos ellos, generados y fuertemente influenciados por la dinámica fluvial, mantienen numerosos intercambios de energía, materia y organismos vivos.
- Una dimensión temporal que incluye todos los cambios que se producen a diversas escalas, bien de origen natural, bien provocados por impactos directos o indirectos de actividades humanas.

Es a la escala del conjunto del hidrosistema donde se muestra que la estabilidad global del sistema es asegurada por el juego de inestabilidades locales, y que la resiliencia del conjunto del sistema, es decir, su aptitud para restablecerse después de una perturbación, depende en gran medida de los intercambios entre los distintos ecosistemas. En este sentido, esta complejidad y reversibilidad de relaciones y procesos permite explicar cómo las intervenciones humanas pueden producir impactos diferidos (a menudo en periodos superiores al siglo) y alejados espacialmente de su origen (Amoros y Petts, coords., 1993).

Tampoco podemos olvidar que todo sistema fluvial conforma un paisaje fluvial, es decir, un espacio o territorio determinado por la presencia del curso de agua y que destaca por su personalidad o singularidad en la percepción visual, su linealidad, su continuidad, su complejidad interna, su diversidad y su dinamismo, así como por su generalmente elevado valor escénico.



Fotos 1 y 2. Ejemplo de dinámica fluvial. El cauce del río Gállego en las inmediaciones de Zaragoza ha registrado importantes cambios en sólo 6 años (1998-2004). Obsérvese la corta de meandro producida entre las dos imágenes, así como la formación de un pequeño meandro en el punto señalado por la fecha.

FUNCIÓN DE LOS SISTEMAS FLUVIALES

Las funciones de los cursos de agua y sus ecosistemas asociados constituyen un conjunto de valores ambientales que hay que tratar de conservar. Uno de los objetivos de la planificación del espacio fluvial debe ser la conservación y mejora de estos valores, que pueden estructurarse en siete grandes grupos.

Función básica de transporte

Las principales funciones del agua son (o deberían ser) circular por la red fluvial, transportar sedimentos y nutrientes hasta el mar, inundar llanos de inundación, renovar ambientes acuáticos y ribereños, crear y mantener corredores ribereños. Si en un sistema fluvial la corriente hídrica funciona correctamente así ya cuenta con su principal valor ambiental, el funcional. El valor de que un río siga siendo río y siga funcionando como tal.

Los sedimentos transportados, los suelos aluviales, la fauna acuática y ribereña... todos los elementos del sistema tienen su función en el mismo y enriquecen estos valores funcionales. Por ejemplo, la vegetación de ribera, por su papel de filtro entre los distintos elementos del sistema, cuenta con una importancia capital en el funcionamiento del mismo. El papel principal radica en impedir o reducir el arrastre aguas abajo de las barras de grava del cauce previamente colonizadas, así como en frenar la fuerza de los caudales de crecida y evitar la erosión de las orillas. Las formaciones pioneras fijan y estabilizan los depósitos de gravas. Las franjas de orla mantienen el trazado del canal y disipan la fuerza de la corriente. El soto ejerce un papel de filtro favoreciendo la sedimentación diferencial y el enriquecimiento del suelo aluvial.

Otro ejemplo: las crecidas son episodios absolutamente necesarios para el sistema y constituyen en sí mismas un valor funcional fundamental. Dinamizan los procesos geomorfológicos y ecológicos, movilizan los sedimentos, renuevan ambientes, enriquecen la diversidad de orlas y riberas, rejuvenecen las bandas internas de los sotos, crean nuevas morfologías y microtopografías en el lecho, que aumentan la disponibilidad de hábitats y frezaderos para las biocenosis acuáticas.

Los valores funcionales están actualmente muy deteriorados porque son los más frágiles, ya que cualquier actuación humana en el sistema los altera. También son los más difíciles de restaurar. Sólo la recuperación de la dinámica hidrogeomorfológica natural puede garantizar estos valores.

Función reguladora y depuradora

Como sistemas complejos y dinámicos, las cuencas y cursos fluviales cuentan con una enorme capacidad de auto-regulación y auto-recuperación. Así, el propio sistema cuenta con mecanismos que regulan sus procesos extremos, suavizando sus consecuencias. Por ejemplo, las llanuras de inundación sirven precisamente para mitigar la fuerza de las crecidas, que reducen su caudal punta y su velocidad mediante el mecanismo de desbordamiento, con lo que el propio río regula el río. En el caso de los estiajes, es evidente que la conexión con las aguas subterráneas constituye una fuente de abastecimiento en muchos casos fundamental para la supervivencia del ecosistema fluvial. La propia cuenca vertiente funciona como un gran filtro regulador, un gran embalse natural que reduce la escorrentía o la distribuye, empleando mecanismos como la trascolación, la infiltración o el almacenamiento temporal entre otros. La topografía de la cuenca y la morfología de los diferentes cauces de cabecera cuentan también con procedimientos para ir reteniendo sedimentos, retardando su llegada a los cauces más abajo.

A todos estos mecanismos fundamentalmente hidrogeomorfológicos hay que añadir una destacable capacidad de autodepuración, de manera que los ecosistemas acuáticos ribe-

reños son capaces de mejorar por sí mismos la calidad del agua, tanto por la retención de contaminantes como por el trabajo de determinados microorganismos limpiadores. Cuanto más naturales son un cauce y sus riberas, de forma más rápida y evidente mejora la calidad físico-química del agua que circula, reduciéndose progresivamente los efectos de los impactos. Un buen corredor fluvial es una depuradora ecológica y gratuita.

Función ecológica

Los sistemas fluviales siempre han sido corredores ecológicos, hábitats para el desarrollo y la migración de especies animales y vegetales, cadenas de enlace entre la montaña y el valle. Constituyen ricos conjuntos de ecosistemas acuáticos y terrestres interrelacionados. Así pues, estos valores residen tanto en la función de corredor para el desplazamiento de la vida como en la complejidad y riqueza de sus ecosistemas.

Entre éstos hay que destacar a los sotos ribereños, ecosistemas de máximo dinamismo, gradiente y diversidad ecológica, que destacan por su plasticidad genética y gran capacidad de adaptación y regeneración. Es fundamental su condición de ecotono entre la corriente de agua y los terrenos interiores (cultivos), de manera que amortiguan las fuertes oscilaciones del ambiente fluvial (protegen el suelo frente a la erosión, estabilizan los aportes sólidos, influyen en el microclima, filtran nutrientes, etc.). En la situación actual el valor ecológico de los sotos se revaloriza continuamente por su progresivo carácter relicto, ya que han sido superficialmente muy reducidos en los últimas décadas.

Función bioclimática

Las riberas favorecen sensaciones bioclimáticas agradables (humedad, sombra, menores contrastes térmicos) para la fauna y el hombre, lo cual repercute en su potencial como áreas de ocio. Los corredores ribereños mediterráneos configuran un variado y complejo sistema microclimático que marca un duro contraste con las condiciones ambientales del entorno. En efecto, por sus condiciones bioclimáticas, los ecosistemas de ribera constituyen una introgresión de elementos eurosiberianos, que de otra manera sólo se instalarían en pisos montanos. Ello es posible gracias a la existencia de humedad edáfica, proporcionada por la existencia de un nivel de agua subterránea permanente, accesible a las raíces. Así, Sterling (1990) considera a los sotos hábitats insulares frente a los paisajes esteparios, xerofíticos o cultivados entre los que discurren.

En el período estival, la evapotranspiración de agua en el interior del soto mantiene un microclima fresco y húmedo (menores temperaturas medias, mayor humedad y menor intensidad de luz), que supone condiciones ambientales favorables a muchos organismos para soportar las altas temperaturas o el déficit hídrico. Dentro de los bosques ribereños la interceptación de la radiación solar es proporcional a la densidad de cobertura arbórea. Como consecuencia, se produce un menor movimiento del aire, una menor radiación sobre el suelo y la consiguiente amortiguación de las oscilaciones térmicas del aire dentro del bosque. La reducción del viento es también proporcional a la densidad y altura de la cobertura vegetal, y en consecuencia, disminuye la evaporación. Igualmente hay una reducción de la velocidad del viento a sotavento del soto, lo cual incide positivamente en los cultivos de la llanura de inundación (Ollero, 1996). Las condiciones microclimáticas del bosque pueden llegar a transmitirse verticalmente entre 500 y 1.000 m de altura en regiones mediterráneas (Salverda, 1968).

En el Galacho de Juslibol (ribera del Ebro) se realizó un pormenorizado estudio de las condiciones microclimáticas en los meses de verano (Martí, 1991). Los mayores contrastes espaciales en cuanto a temperatura y humedad se obtuvieron en las horas centrales del día, cuando las zonas desnudas o con escasa vegetación se calientan mucho más que aquellas que poseen una cubierta vegetal densa que las protege de la radiación solar. Así, en pocos metros la temperatura variaba alrededor de 5 °C entre una zona densamente arbolada y otra sin vegetación. Las consecuencias de estas diferencias microclimáticas son muy positivas para las especies animales y para el propio hombre, que por ello tiende a elegir estas zonas para su esparcimiento. Un gran bienestar o confort térmico se registra en los sectores de los sotos con masas arbóreas densas donde la radiación solar incidente en el suelo es mínima. La sensación de alivio térmico es especialmente confortable en días soleados y calurosos (Pellicer et al., 1991).

Para cumplir con estos valores bioclimáticos, los corredores ribereños deben ser continuos, variados y complejos en sus ecosistemas y con correcta conectividad entre todos los ambientes. Puede comprenderse así lo importante que es para la salud ambiental de algunos ámbitos urbanos el contar con los pulmones bioclimáticos de sus corredores ribereños.

Función paisajística

El elevado valor paisajístico o escénico de los sistemas fluviales responde a la presencia de agua y de formaciones vegetales espontáneas, así como a su personalidad, singularidad y contraste con el exterior en algunos ámbitos. Así, muchos ríos ofrecen un paisaje fluvial y ribereño de gran atractivo por la presencia de una corriente hídrica visible desde muchos puntos y acompañada de masas de vegetación arbórea, sobre todo cuando se contrasta de forma radical con entornos áridos. La propia huerta, los cultivos de regadío que tapizan los llanos de inundación y las terrazas bajas contrastan cromáticamente con dichos entornos de forma muy marcada. Todo ello conforma, en conjunto, una amplia banda de verdor muy atractiva, que destaca por su singularidad y personalidad. Además, la dinámica natural de estos espacios constituye un valor notable desde esta perspectiva, ya que se trata de paisajes cambiantes en el tiempo, con una rapidez perfectamente observable a escala humana.

Funciones socioculturales y educativas

Los paisajes fluviales, de ribera y de huerta, cuentan con un enorme valor estético y cultural. Por ello, los ríos y sus riberas constituyen espacios de ocio de gran potencial. Su tradicional función de recreo se asienta en los valores bioclimáticos y paisajísticos y se ha perdido en buena medida a la par que el desarrollo de las sociedades urbanas, debido al deterioro ambiental que han sufrido. Cuando la presión demográfica no era aún excesiva, la función recreativa era compatible con la sanitaria, y los ríos eran tanto zonas de baño, pesca o navegación como desagües o cloacas de todos los desechos de la comunidad. Los vertidos industriales y de la ganadería intensiva rompieron esta compatibilidad y han ido alejando al hombre de los ríos y riberas, que se han convertido en espacios de sensaciones ambientales predominantemente negativas. Con ello se ha perdido esa tradicional cultura fluvial. Sin embargo, en las últimas décadas han surgido

nuevas demandas de ocio (naturalidad, aventura...) que encuentran en los territorios fluviales espacios muy adecuados, pero chocan con otros usos. En líneas generales, si no se abusa de los mismos y si los usuarios cuentan con la suficiente cultura ambiental, los usos socioculturales recreativos son perfectamente compatibles con la conservación de los ecosistemas, es decir, con la protección de los anteriores valores, siendo relativamente sencilla la resolución de conflictos e impactos. Los ríos ya han ejercido tradicionalmente ese papel de canalizadores de ocio desde un correcto equilibrio con las funciones ecológicas y su degradación no se ha debido al uso recreativo, sino a la extracción de recursos y a todo tipo de vertidos.

Por otro lado, el destacado dinamismo natural de los espacios fluviales los convierte en manifestaciones de la naturaleza muy útiles para explicar el funcionamiento de ésta y los cambios ambientales y búsquedas de equilibrio que rigen los mecanismos del planeta. Éste es un gran valor cultural y educativo, que convierte a los sistemas y territorios fluviales en auténticos laboratorios didácticos para las ciencias de la naturaleza y para las tareas de sensibilización y educación ambiental. En efecto, en el campo de la educación, el estudio de los complejos sistemas fluviales se ofrece como una disciplina diagonal extremadamente motivadora en la que se pueden integrar desde ciencias físicas, matemáticas, naturales y sociales hasta disciplinas que se ocupan del desarrollo sensorial y estético (Pellicer et al., 1994).

Función territorial

Por todo lo anteriormente expuesto, los ríos y sus riberas tienen un enorme potencial en la ordenación del territorio como corredores verdes. Tampoco hay que despreciar el papel de los fondos de valle como ejes de comunicaciones y relaciones socioeconómicas, con una función estructuradora del espacio que puede ser muy útil en la ordenación, constituyendo el Ebro un ejemplo evidente. La integración de los territorios fluviales en la ordenación territorial es una de las claves del presente trabajo y ha de constituir, sin duda, uno de los retos de las próximas décadas. Un problema de base estriba en el hecho de que la planificación del territorio, que actúa de acuerdo con criterios y límites administrativos, deja en muy segundo plano las unidades con base física del territorio: las cuencas hidrográficas y los valles. Por tal motivo son muy necesarios los planes como el presente, cuya área de actuación está definida por los sistemas fluviales y no por límites municipales o comarcales. Es preciso estudiar la capacidad de cada río para realizar o soportar cada uno de los objetivos de planificación y no olvidar la imprescindible consideración unitaria o integrada, para cualquier iniciativa, de toda la corriente fluvial o de todo un largo tramo homogéneo de límites nítidos. Porque del mismo modo que cualquier impacto en un pequeño enclave de un río repercute negativamente aguas arriba y aguas abajo por el enorme dinamismo espacial de toda corriente fluvial, cualquier solución sólo será efectiva si es aplicada de forma planificada a todo el curso fluvial, atendiendo a su dinámica, sus interacciones y su diversidad interna. Y establecer en el territorio un corredor verde fluvial es sumamente sencillo y relativamente barato: ofrece enclaves atractivos, agua y superficies arboladas para el ocio, y si se desea su exclusiva función como pasillo ecológico, en muy pocos años, sin otra inversión que eliminar los impactos que lo han degradado, se renaturaliza totalmente (Ollero, 1993).

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LOS RÍOS EUROPEOS

Uno de los objetivos prioritarios de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) es la mejora del estado ecológico de los ríos europeos, sistemas naturales con graves y generalizados problemas ambientales derivados de los diferentes usos del agua y de su importancia creciente en el desarrollo económico. Así, la problemática ambiental de cauces y riberas suele asentarse en un problema general, la ausencia de planificación y zonificación de usos y otros más concretos que derivan de aquél. Los problemas ambientales, incluyendo los relacionados con los riesgos naturales, son tan diversos y tan extendidos en todos los sistemas fluviales del planeta que resulta enormemente complejo su análisis ordenado.

Puede simplificarse la situación actual en dos grandes grupos de problemas ambientales: los relacionados con la calidad del agua y los relacionados con el propio funcionamiento hidromorfológico y ecológico del sistema fluvial (Ollero, 2007). El primer grupo constituye una problemática más fácil de detectar y evaluar (parámetros medibles), más fácil de solucionar (depuración, control de vertidos) y a la que se están dedicando importantes inversiones, así como la atención y el protagonismo de la propia Directiva. El segundo grupo de problemas, en cambio, son difíciles de evaluar (y, por tanto, de establecer valores límite), muy difíciles o imposibles de solucionar, teniendo en cuenta que en la mayor parte de los casos derivan de grandes infraestructuras (embalses), y, posiblemente por ello, han contado y cuentan con menor atención desde la Administración. Además, cualquier posible actuación para su solución cuenta con la ardiente oposición de los poderes económicos.

Dynesius & Nilsson (1994) evaluaron que al menos un 71% de los ríos europeos y norteamericanos estaban drásticamente afectados por embalses, trasvases o importantes derivaciones de agua. Los ríos y corredores ribereños son, para muchos autores, los espacios más dañados y amenazados del planeta (Tockner & Stanford, 2002). En Europa todos los grandes ríos alpinos fueron “domesticados” en el siglo XIX y primera mitad del XX, quedando menos del 10% de los cauces en estado natural, reducidos a cabeceras y cursos altos (Martinet & Dubost, 1992).

A la complejidad de este segundo grupo de problemas, las grandes dificultades de estudio y evaluación y la no menos difícil aplicación de soluciones, hay que añadir la marcada inercia, muy asentada socialmente, de buscar únicamente soluciones estructurales o de ingeniería, para cualquier actuación en un río. Precisamente el sistemático olvido de los valores y funciones ambientales de los sistemas fluviales (depuración natural, laminación de avenidas, conservación de la biodiversidad, equilibrios dinámicos de transporte y sedimentación de materiales en cauces, deltas y playas...) ha llevado a un proceso sin precedentes de degradación de nuestros ríos, riberas y humedales. Esta inercia también ha provocado un incremento de la falsa sensación de seguridad que hace olvidar o menospreciar a la población las situaciones de riesgo en que vive.

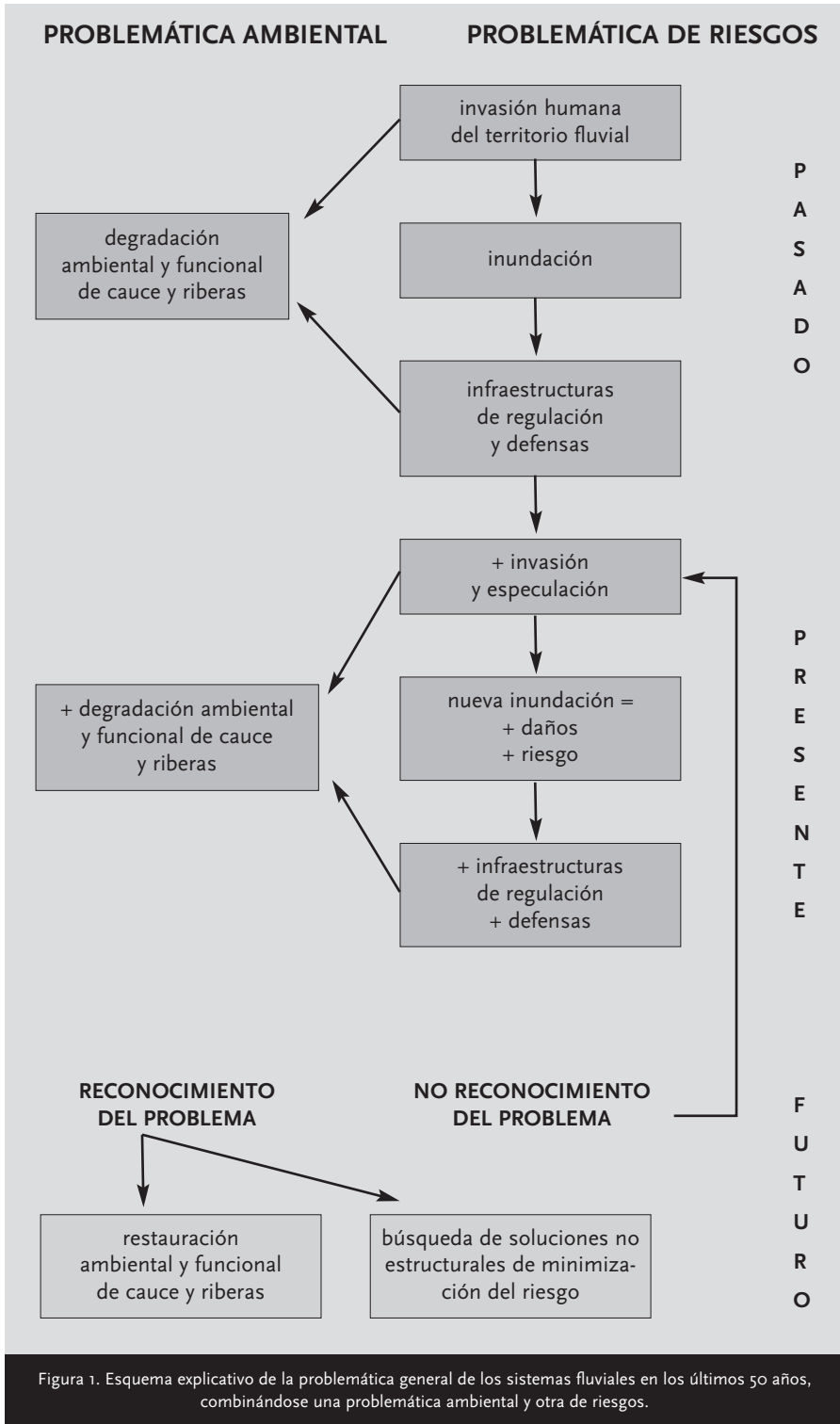


Figura 1. Esquema explicativo de la problemática general de los sistemas fluviales en los últimos 50 años, combinándose una problemática ambiental y otra de riesgos.

Simplificando mucho, los grandes problemas de los sistemas fluviales, y en concreto los relacionados con el propio funcionamiento hidromorfológico y ecológico del sistema fluvial, son los siguientes:

- Los efectos de los embalses alterando el funcionamiento hidrológico y geomorfológico de los sistemas fluviales aguas abajo y provocando situaciones de riesgo por falsa sensación de seguridad e incremento consiguiente de la exposición. En toda Europa, y muy especialmente en zonas de montaña, como Alpes y Pirineos, se está asistiendo de forma imparable e irremediable a la progresiva desaparición de los cursos trenzados y su sustitución por canales únicos con incisión lineal y notable desarrollo de la vegetación de ribera.
- Derivaciones, detracciones, que provocan la alteración en muchos tramos fluviales del volumen hídrico y de su régimen estacional a causa de distintos aprovechamientos del agua, incluidos los no consuntivos.
- La ocupación de terrenos para prácticas agrícolas y asentamientos urbanos e industriales, a costa de la superficie de riberas naturales y de Dominio Público Hidráulico. Son invasiones generalizadas, apoyadas en España en el vacío legal que supone la ausencia de deslindes del DPH y en la escasez de cartografías de zonas inundables, e incrementadas progresivamente como consecuencia de procesos de especulación urbanística. Dado que todas estas invasiones se registran en territorios inundables, este problema incide también en el incremento de los niveles de riesgo y provoca nuevas y mayores inversiones en defensas. De hecho, parece que el desconocimiento de la población sobre este riesgo ha sido favorecido o premeditado en muchos casos para favorecer la ocupación de terrenos y la especulación. Es muy habitual el proceso invasión-defensa-especulación-inundación-más defensa-más especulación... Y no sólo supone una espiral que incrementa el riesgo, sino que también origina crecientes problemas ambientales por una marcada degradación ecológica y funcional de ríos y riberas, causada por obras de regulación y defensas.
- La intromisión de infraestructuras longitudinales y transversales en los cauces o sus bordes, no siempre bien diseñadas, protagonistas a veces de situaciones de riesgo, que alteran la naturalidad del corredor ribereño, lo fragmentan o aíslan algunos de sus ambientes.
- Las obras de defensa de las márgenes generan cambios en las condiciones de flujo y modificaciones enormes a todos los niveles. Las más impactantes son los encauzamientos, las desviaciones y los dragados. Producen cambios radicales en la geomorfología de lecho y orillas, en las condiciones de flujo y en los procesos de erosión, transporte y sedimentación, eliminan la capacidad laminadora de crecidas del desbordamiento, destruyen hábitats y frezaderos... Las defensas generalmente se han ido parcheando sin planificación, provocando incrementos de daños en sectores no defendidos.
- Actuaciones de urgencia en cauces tras crecidas, enormemente destructivas, ya que suelen consistir en limpieza y dragado con uso de maquinaria pesada. Es una práctica muy extendida que suele ejercerse sin ningún tipo de control.
- Es práctica generalizada en muchos sistemas fluviales la sustitución de sotos y riberas naturales por plantaciones de chopos de rápido crecimiento con fines económicos (subvenciones, madera, papel...). Dichas choperas no ejercen ningún papel positivo en el funcionamiento hidromorfológico fluvial, ni defienden el terreno, ni filtran sedimentos, y además uniformizan el paisaje. Incluso

se ha demostrado que empobrecen el suelo, de manera que a veces es posteriormente difícil o lento recuperar la vegetación natural.

- Los escombros y vertidos incontrolados, muy abundantes en la periferia de poblaciones, contaminan la corriente hídrica y las propias riberas, teniendo en cuenta además que aguas altas y crecidas los expandirán y repartirán aguas abajo, provocando una contaminación difusa muy difícil de limpiar.
- Las extracciones de áridos y remociones de tierras (vados, dragados...) que alteran la dinámica longitudinal, vertical y lateral de los cauces y los flujos hiporreicos y el nivel freático.
- Muchos pequeños cauces se han convertido en desagües de regadío, como por ejemplo muchas ramblas del ámbito mediterráneo, contando con caudal casi permanente (cuando en condiciones naturales éste sería efímero) y grandes cantidades de nutrientes y contaminantes que han hecho crecer vegetación en su interior, alterando la morfología y dinámica del cauce. En ocasiones se han canalizado por completo, o entubado, o convertido en acequia, habiéndose perdido por tanto un importante patrimonio fluvial.
- En menor medida pueden detectarse impactos puntuales en las riberas relacionados con el pastoreo, los vehículos de motor, furtivismo, fuegos incontrolados, basuras, etc.
- Un problema cultural que provoca una problemática ambiental es el gusto extendido entre la población por los paisajes estables y ordenados, que ha llevado en las últimas décadas a continuas y caras actuaciones urbanísticas que sustituyen cauces por canales y riberas por parques. La moda de los parques fluviales conduce a una grave problemática ambiental y a una notable pérdida patrimonial, ya que aunque la actuación urbanística o arquitectónica sea buena se suele mostrar escaso tacto con el elemento clave de estos parques, el río, que es definitivamente desnaturalizado.
- Paralelamente, existe muy poca experiencia y bastante poca imaginación en las actuaciones de restauración fluvial, en especial en España, en mayor medida que en la mayoría de los países europeos. Generalmente se efectúan supuestas restauraciones que consisten en limpieza, dragado, plantaciones y estabilización (escollero). Suelen ser objeto de planes muy caros y contribuyen a reducir la dinámica natural de los ríos casi tanto como si de obras de defensa o canalizaciones se tratara.

Foto 3. Presa de Isín (río Aurín, afluente del Gállego). Los impactos de presas y embalses son muy negativos. Muchas presas pirenaicas, como la de la imagen, se construyeron para retener sedimentos y están ya colmatadas. Para restaurar el río habría que demolerlas.



Foto 4. Invasión de la llanura de inundación por urbanizaciones recientes (Santa Isabel, Zaragoza), añadiendo un elemento de riesgo sin precaución alguna, ya que se construye con planta sótano.



Figura 2. Esquema explicativo de la ocupación del territorio fluvial en el último medio siglo, con el resultado del constreñimiento del cauce y de la ribera.

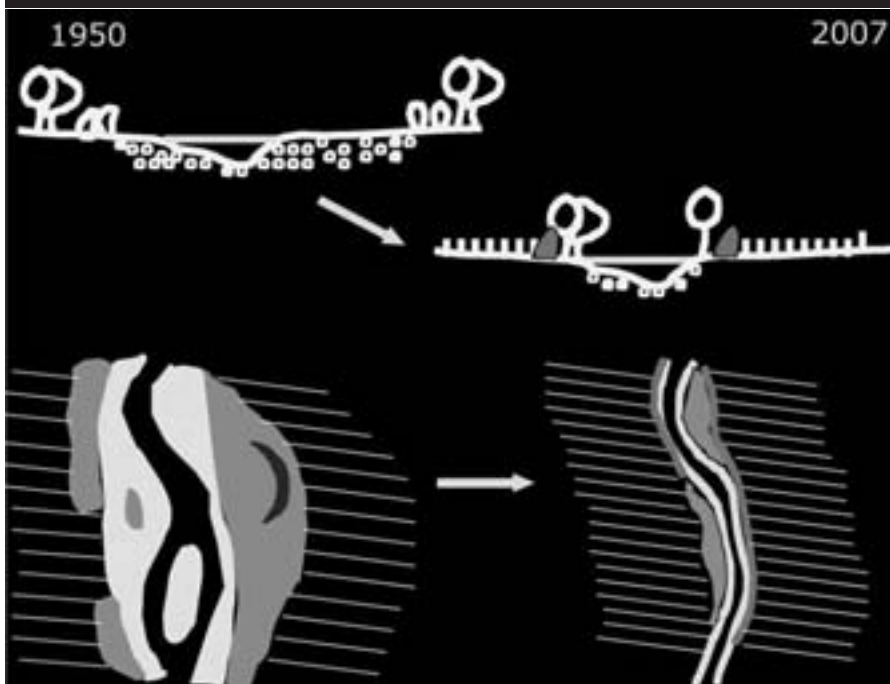


Foto 5. La escollera es la gran invasora del paisaje fluvial en las últimas décadas, impidiendo la dinámica de los ríos meandrizantes. Río Huerva en Cuarte (Zaragoza).



Foto 6. Los dragados alteran la geomorfología del fondo del cauce, incrementan los riesgos y necesitan un costoso mantenimiento, ya que el río los modifica en cada crecida. Este caso corresponde a la apertura de un canal de navegación para la Expo Zaragoza 2008.



Foto 7. Algunos dragados de gran impacto se ejecutan como actuaciones urgentes tras crecidas. Río Sieste, en la cuenca del Cinca, después de la crecida de julio de 2001.



Foto 8. Actuaciones que alteran radicalmente la morfología del lecho se denominan de forma incongruente "restauraciones" o "recuperaciones", como esta del río Oja en Ojacastro (La Rioja).



Foto 9. Canalización urbana del río Arba de Biel en Ejea de los Caballeros para instalar un "parque fluvial" en las orillas. El río ha perdido toda su naturalidad.



Foto 10. Este parque fluvial en Bertamiráns (Galicia) ha sido algo más respetuoso con el río, aunque se observan en el cauce las curvas y rectas de diseño.



Todas estas intervenciones provocan impactos locales muy graves, que también repercuten aguas arriba y aguas abajo. Las consecuencias son la degradación ambiental y la reducción o eliminación de la dinámica natural de los sistemas fluviales.

BASES PARA LA RESTAURACIÓN DE RÍOS Y RIBERAS

Restaurar no es defender ni estabilizar ni repoblar ni ornamentar. Es permitir que el sistema fluvial funcione como tal y la dinámica hidromorfológica pueda crear terrenos en los que el agua, los sedimentos y la vegetación trabajen. Son ellos y no el hombre los que mejor saben restaurar al río y sus riberas. A priori, los objetivos de un plan de restauración fluvial deberían ser básicamente los siguientes:

- Integrar a los ríos en su evolución natural, conduciéndolos si han sido alterados a la morfología propia de sus funciones y condicionantes de cuenca y garantizando su sostenibilidad en el futuro.
- Mejorar o recuperar el funcionamiento dinámico y complejo de los sistemas fluviales, garantizando así la conservación y mejora de sus funciones, y con ello el buen estado ecológico.
- Mitigar los riesgos asociados a los sistemas fluviales.
- Obtener un espacio fluvial plurifuncional y sostenible.
- Aumentar el aprecio social por los ríos y la responsabilidad colectiva por su conservación.

Sin embargo, el logro de los objetivos citados puede ser un reto difícil y largo en el tiempo, ya que existen numerosos condicionantes que complican esta labor. En España muchos de nuestros ríos se encuentran aún hoy abocados a un destino de artificialización. Antes que planes de restauración harían falta planes de gestión con normativas restrictivas, que impidan más abusos sobre las dinámicas fluviales naturales y que obliguen como mínimo al análisis detallado de las consecuencias que cualquier actuación pueda originar, antes de la toma de decisiones.

El primer paso para abordar proyectos de gestión y de restauración fluvial es comprender la dinámica natural del curso de agua (Ward et al., 2001). La gestión sostenible de los ríos requiere el esfuerzo individual y colectivo, la comprensión y el respeto del funcionamiento complejo y dinámico de los sistemas fluviales (Downs & Gregory, 2004). Aquí surge un condicionante importante: la restauración deben planificarla expertos y debe ejecutarse bajo su estricta supervisión, pero debe ser asumida y respetada por toda la sociedad. Científicamente se ha avanzado mucho en la comprensión de la multiplicidad de funciones que desempeñan los ríos, así como en diseñar, al menos teóricamente, cómo compatibilizar los usos humanos de los mismos con su recuperación natural. Sin embargo, técnicamente no se ha ensayado lo suficiente en la restauración fluvial y socialmente aún no se valoran estas iniciativas, salvo que ofrezcan un uso recreativo.

En el proceso científico-técnico de gestión-restauración hay que comprender, evaluar y respetar tres grandes claves: función, espacio y tiempo. Porque la gestión y la restauración

fluvial consiste en devolver a los ríos su función, su territorio y su dinámica. Y hay que comenzar por preguntarse en qué medida el río cumple con su función en el sistema natural, cuánto se ha alejado de esa función prioritaria, si cuenta con el espacio suficiente para recuperar esa función, en qué momento evolutivo se encuentra, cuáles son sus tendencias, si contamos con tiempo para que se auto-recupere o no, etc.

- La función de las cuencas es regular (embalses naturales), la de los ríos transportar (agua, sedimentos, nutrientes, seres vivos), la de las llanuras de inundación es laminar las crecidas. Respetar estas funciones y restaurarlas si es preciso deben ser objetivos de gestión prioritarios. Para estas funciones básicas los ríos necesitan caudales líquidos y sólidos, además de espacio y tiempo.
- El espacio de cada río es territorio y en las últimas décadas se ha invadido, en lo que constituye una enorme fuente de conflictos. Para comprender, ordenar, gestionar y restaurar un curso fluvial hay que tener en cuenta toda su longitud y todas sus bandas, desde la cuenca hasta el lecho menor. Los ríos necesitan espacio para restaurarse a sí mismos. Hay que devolver a los cauces y riberas un territorio, al menos parte del espacio que se les ha ido usurpando. También hay que eliminar o bien alejar del río las defensas que lo constriñen, para que ese territorio pueda ser útil.
- El tiempo es dinámica, resiliencia y sostenibilidad. Hace falta tiempo para los procesos y para la renaturalización de los mismos. El tiempo del río es diferente del nuestro, hemos de saber esperar a que el río integre en su propia dinámica evolutiva las medidas que diseñemos para su mejora. De nuevo cabe resaltar la especificidad de los cursos de circulación efímera, donde el tiempo de morfogénesis activa se reduce considerablemente, habida cuenta de la carencia de circulación hídrica durante la mayor parte del año. En estos casos, es necesario, por tanto, considerar períodos de tiempo mayores para la renaturalización de la cuenca.

Como señala González del Tánago (2004), teniendo en cuenta la capacidad del propio río para recuperar su forma y estructura, podemos considerar que las intervenciones más importantes, y de mayor repercusión en el ecosistema fluvial a medio y largo plazo, van a ser las relativas a la recuperación del régimen de caudales líquidos y sólidos y a la recuperación del espacio fluvial. Conseguidos ambos elementos, el propio río efectuará las intervenciones antes mencionadas, de forma gratuita y perdurable en el tiempo. Recuperar estos dos elementos clave del río, régimen de caudales y espacio fluvial, debe ser la primera meta a alcanzar en la restauración de los ríos.

El mayor reto es contar con agua que circule y cree, reto cada vez más difícil a causa de los embalses y de los cambios de uso en las cuencas. Hay que añadir, por tanto, un nuevo uso al agua, el uso generador, restaurador. Para ello son, por ejemplo, imprescindibles las crecidas y también el aporte de sedimentos.

Las escalas temporales son fundamentales y todo hay que verlo como fase de un proceso. Actualmente la mayoría de cursos son ordenados como entidades estables y definitivas. No debe ser así, sino que deben ser contemplados como componentes dinámicos de un sistema natural en cambio continuo.

Los resultados de las restauraciones no van a ser efectivos en muchos años. De hecho, es pronto para valorar los resultados de las primeras actuaciones, lo cual impide encontrar ejemplos que constituyan modelos de actuación. No hay pruebas ni experiencia suficiente para saber a ciencia cierta que una determinada estrategia de restauración aplicada a un sistema fluvial vaya a ser adecuada para el nuestro. Hace falta tiempo, para investigar, practicar, equivocarnos y volver a probar.

Sin embargo, de acuerdo con Downs & Gregory (2004), estaríamos ya en la fase de “dejar que el río haga el trabajo”. Una innovación en la restauración consiste en dejar trabajar al río solo, poco a poco, facilitarle que con espacio y tiempo desarrolle su función. Ahora bien, esta es una solución ideal para situaciones de poca alteración, o en ríos muy dinámicos con alta capacidad de recuperación, pero es en la actualidad inviable en ríos regulados, en cursos estables o en tramos muy degradados. Pero siempre que sea posible, hay que dejar que sea el río el que vuelva a crear y destruir, el que pueda volver a buscar su equilibrio dinámico perpetuo, el que sea capaz de reformarse a sí mismo, para lo cual se eliminarán todas las cortapisas e impactos que impedían esa libertad. No sirve ya la restauración de pequeñas manchas de gran valor ecológico, sino la del funcionamiento natural tanto en los cauces como en las llanuras de inundación (Brookes et al., 1996). Quizás sea imposible llegar a ríos perfectos, naturales, pero al menos serán sostenibles en su hidrosistema y sin legado de degradación (Downs & Gregory, 2004). Y quizás sea posible llegar desde restauraciones concretas, locales, a las soluciones globales, teniendo en cuenta además que cada actuación concreta repercutirá en todo el río.

El Territorio de Movilidad Fluvial

Entendemos que la acción clave para la restauración fluvial, fundamentalmente en ríos de llanura, consiste en recuperar un espacio fluvial, un territorio del río, un espacio lo suficientemente ancho y de límites variables en el tiempo, en el que el río pueda desarrollar sus funciones, erosionar, sedimentar, desbordarse, garantizando así la supervivencia de un corredor ribereño continuo, complejo y diverso. Al mismo tiempo, en ese nuevo espacio se pueden desarrollar todo tipo de actividades humanas compatibles con los objetivos ambientales. Así, Kondolf et al. (2003) proponen la conservación o recuperación de una banda fluvial activa, la de mayor eficiencia ecológica, con utilidad como espacio tampón y filtro entre los procesos hidromorfológicos y los intereses humanos del resto de la llanura de inundación, corredor capaz de soportar diversos usos y al mismo tiempo de mantener o lograr una alta biodiversidad. En la nueva directiva europea de evaluación y gestión de riesgos de inundación, aprobada en septiembre de 2007, se indica que los planes de gestión del riesgo de inundación incluirán medidas que mantengan relación con procesos naturales como el mantenimiento o el restablecimiento de las llanuras aluviales, para devolver en la medida de lo posible el espacio necesario a los ríos y promover un uso del suelo adecuado.

Es un territorio que incluye un corredor ribereño protegido y usos humanos no defendidos, no urbanizables, asegurados o compatibles con la inundación y con la erosión de márgenes (Ollero, 2007). Incluye como mínimo el cauce menor y el corredor ribereño y debe tener la suficiente anchura y continuidad para lograr los siguientes objetivos, que constituyen su utilidad en la ordenación del territorio:

- Conservar o recuperar la dinámica hidrogeomorfológica, que el río pueda desplazarse lateralmente, erosionar, sedimentar y desbordarse.

- Conservar o recuperar la conectividad hidromorfológica y ecológica entre el cauce menor, el corredor ribereño, las aguas subterráneas, los anexos fluviales y las zonas inundables, permitiendo interacciones transversales y verticales en el sistema.
- Obtener un corredor ribereño continuo que garantice la función ecológica, bioclimática y paisajística del sistema fluvial.
- Cumplir con todo ello con la exigencia del “buen estado ecológico”, tal como propugna la Directiva 2000/60/CE.
- Laminar de forma natural las avenidas reduciendo los caudales punta por el propio desbordamiento dentro del Territorio de Movilidad Fluvial, que se convierte en almacén de ralentización de la onda de crecida, lográndose, por tanto, mitigación del riesgo y ahorro en defensas e indemnizaciones (Blackwell & Maltby, 2006; Ollero & Elso, 2007).
- Lograr una multifuncionalidad dentro del territorio inundable, ya que en el Territorio de Movilidad Fluvial se pueden desarrollar también actividades humanas siempre que sean compatibles con la inundación o estén cubiertas con seguros.

El establecimiento de este Territorio de Movilidad Fluvial exige, siempre y cuando sea viable, la eliminación de defensas de margen (escolleras que evitan la erosión de las orillas y sujetan el cauce menor impidiendo su dinámica) y el alejamiento de los diques o motas longitudinales que protegen de la inundación hasta ubicarlos, si son necesarios, en los límites de este Territorio de Movilidad Fluvial. Es necesario restringir en él los usos humanos del territorio y muy especialmente nuevas edificaciones.

Pueden establecerse algunas propuestas generales para la ordenación del Territorio de Movilidad Fluvial, como las siguientes (Ureña y Ollero, 2000):

- Potenciar su uso como área natural o con usos que no dificulten el desplazamiento del cauce y establecer medidas administrativas para potenciar estos usos. En las áreas rurales se podría potenciar la concentración en este espacio de las superficies que, por razones administrativas, deban retirarse del cultivo.
- Establecer que en dichos espacios el organismo de cuenca tuviese derecho de tanteo en compraventas de terrenos. Los terrenos del Territorio de Movilidad Fluvial que fuesen propiedad del organismo de cuenca podrían cederse mediante concesiones administrativas a condición de que su uso fuese compatible con la dinámica fluvial y dando prioridad a propietarios que en otros tramos del río se comprometían a renaturalizar el Territorio de Movilidad Fluvial.
- La creación del Territorio de Movilidad Fluvial podría ser bien acogida por los propietarios afectados si a cambio se establecieran medidas de ecodesarrollo que beneficiaran la rentabilidad de las huertas tradicionales, con subvenciones, promoción de los productos, denominación de origen de los mismos, descuentos en los cánones de regadío, fomento de actividades alternativas como el turismo fluvial, etc.

- En las áreas urbanas el Territorio de Movilidad Fluvial, más estrecho, debería integrarse en áreas verdes o parques diseñados de manera que se mantuviera en alguna medida la continuidad del corredor fluvial.
- Los planes municipales de uso del suelo deberán definir, para las áreas consolidadas por la urbanización, los espacios que deben ser recuperados y los que deben ser dejados fuera de ordenación para que con el paso del tiempo puedan reintegrarse a la dinámica fluvial y, por tanto, al Territorio de Movilidad Fluvial. Deberán también establecer para dicho espacio usos del suelo compatibles con el desplazamiento lateral del cauce.
- Las infraestructuras lineales paralelas al cauce (carreteras, ferrocarril, conducciones, etc.) deberían ubicarse fuera del Territorio de Movilidad Fluvial, al menos en una de las dos riberas. Las infraestructuras transversales deberían diseñarse para que el cauce pueda moverse.
- En este espacio se establecen similares competencias a las que el organismo de cuenca tiene en la zona de servidumbre, pero teniendo en cuenta que los criterios de actuación no deben ser proteger la capacidad de acceso al cauce y de desagüe, sino fundamentalmente el mantenimiento de la dinámica fluvial.
- Habrá que asegurar la continuidad del Territorio de Movilidad Fluvial, estableciendo criterios comunes en la cascada de planes de ordenación territorial, desde los regionales, pasando por los comarcales, hasta los municipales, contando con una cartografía que delimite con precisión estos espacios.

Foto 11. Propuesta de Territorio de Movilidad Fluvial desarrollada para el Plan Medioambiental del Ebro. Las líneas internas señalan las actuales motas de defensa y las flechas llevan hacia una nueva línea que corresponde al límite del TMF. Habría que eliminar las motas actuales y, si se desea, trasladarlas a esa segunda línea.



- El Territorio de Movilidad Fluvial debería ser una figura con valor jurídico que obligue a todas las administraciones a aceptarla en su planificación.
- El Territorio de Movilidad Fluvial podrá contar con figuras de protección adicionales similares a las de otros espacios naturales, con el fin de consolidar su papel de corredor ecológico.
- Entre las restricciones en el Territorio de Movilidad Fluvial hay una fundamental, la prohibición de extracciones de áridos, como se estableció para el Espacio de Movilidad Fluvial en Francia (decreto de 24 de enero de 2001 del Ministerio de Medio Ambiente).

CONCLUSIÓN FINAL

Los sistemas fluviales cuentan con funciones ambientales fundamentales que no son adecuadamente valoradas. El desarrollo económico y la ocupación del territorio han ido destruyendo estas funciones, sufriendo nuestros ríos y barrancos una grave problemática ambiental, extensible a prácticamente todos los sistemas fluviales del planeta. En España esta problemática se ha acentuado progresivamente desde 1950 y se encuentra en una grave situación, de manera que la mayoría de los cursos fluviales no podrán cumplir con el buen estado ecológico exigido por la Directiva 2000/60/CE. Por tanto, ha llegado el momento de la restauración fluvial, que sólo será efectiva con espacio y con tiempo, con caudales y con sedimentos, lo cual supone la necesidad de importantes cambios en la concepción y en la gestión de nuestros ríos, una auténtica revolución científico-técnica, social y administrativa.

En el futuro, por tanto, es preciso trabajar en una auténtica restauración fluvial, fundamentada en la recuperación de la funcionalidad hidrogeomorfológica. Hay que desarrollar la ordenación del territorio fluvial y de espacios inundables. Habrá que seguir reivindicando el gran valor de nuestros ríos, barrancos, ramblas, etc. como espacios naturales y como paisaje. Será fundamental la educación ambiental y formación técnica sobre los ríos, para romper con las inercias y con las deficiencias administrativas. También es muy necesaria la educación en la convivencia con el riesgo, en lo positivo de crecidas e inundaciones, avanzando al mismo tiempo en su prevención desde la cartografía y la planificación territorial. En cada caso y en cada conflicto habrá que alcanzar "acuerdos de río" y diseñar planes de gestión. Igualmente habrá que solicitar una moratoria en las actuales intervenciones-tipo, enormemente negativas para nuestros cauces, denunciando actuaciones que sean injustificadas.

REFERENCIAS

- Amoros, C. et Petts, G.E. (coords.). *Hydrosystèmes fluviaux*. Paris, Masson, 1993, 300 pp.
- Blackwell, M. S. A. & Maltby, E. *Ecoflood guidelines. How to use floodplains for flood risk reduction*. European Community, EUR22001, Luxembourg, 2006, 144 pp.
- Brookes, A.; Baker, J. & Redmond, C. "Floodplain restoration and riparian zone management" in Brookes, A. & Shields, F. D. Jr. (Eds.). *River channel restoration: guiding principles for sustainable projects*. Chichester, Wiley, 1996, pp. 201-229.
- Downs, P.W. & Gregory, K. J. *River channel management. Towards sustainable catchment hydrosystems*. London, Arnold, 2004.
- Dynesius, M. & Nilsson, C. "Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world" in *Science*, 266. 1994, pp. 753-762.
- González del Tánago, M. "La restauración de los cauces y riberas fluviales" en *Mètode*. Universitat de València, 2004 (www.uv.es/metode/anuario2004/124_2004.htm).
- Kondolf, G.M.; Piégay, H. & Sear, D. "Integrating geomorphological tools in ecological and management studies" in Kondolf, G.M. & Piégay, H. (Eds.). *Tools in Fluvial Geomorphology*. Chichester, Wiley, 2003, pp. 633-660.
- Margalef, R. *Limnología*. Barcelona, Omega, 1983. 1.110 pp.
- Martí, A. "Análisis del sistema microclimático del Galacho de Juslibol" en *Azara*, 3. 1991, pp. 21-34.
- Martinet, F. & Dubost, M. *Die letzten naturnahen Alpenflüsse-Versuch eines Inventars*. Vaduz, CIPRA, 1992.
- Ollero, A. "Aménagement et gestion e l'Ebre dans la région de Saragosse: un projet de récupération écologique et sociale du système fluvial". *Actes du Colloque "Aménagement et gestion des grandes rivières méditerranéenne"*. Études Vauclusiennes, 5. Avignon, 1993, pp. 79-83.
- Ollero, A. *El curso medio del Ebro: geomorfología fluvial, ecogeografía y riesgos*. Zaragoza, Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 1996, 311 pp.
- Ollero, A. *Territorio fluvial. Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*. Bilbao, Bakeaz y Fundación Nueva Cultura del Agua, 2007, 255 pp.
- Ollero, A. & Elso, J. «The need for a "fluvial territory" or "room for the river": living with floods by acceptance of their functions» in Baker, C. & van Eijk, P. (Eds.) *Sustainable flood management: obstacles, challenges and solutions*. Maastricht, Interreg IIIC Network FLAPP, 2007, pp. 59-63.
- Pellicer, F.; Ollero, A. y Martí, A. "Sotos y riberas: aspectos dinámicos y estéticos". *Actas 10 Jornadas sobre el Agua*. Cátedra de Hidrogeología de la Universidad de Zaragoza y Asociación Naturalista de Aragón, 1991.
- Pellicer, F.; Ollero, A.; Ramírez, S.; Ramiro, E. y Souto, X. M. *Paisajes y problemas fluviales. Orientaciones teóricas y praxis didáctica*. Valencia, Nau, 1994, 132 pp.
- Salverda, Z. *Ecological consequences of the management of catchment areas and influence of forest on river basins*. Freshwater, Natura and Environmental Series, Council of Europe, 1968.
- Schumm, S. A. *The fluvial system*. New York, Wiley, 1977, 338 pp.

Sterling, A. *Bases para la conservación de los valores ecológicos de los sotos y bosques de ribera. El caso de la cuenca del río Guadarrama*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, 1990, 331 pp. + apéndices.

Tockner, K. & Stanford, J. A. "Riverine flood plains: present state and future trends". *Environmental Conservation*, 29. 2002, pp. 308-330.

Ureña, J. M. y Ollero, A. "Criterios y propuestas para la ordenación de áreas fluviales". *Ciudad y territorio, Estudios Territoriales*, XXXII (126). 2000, pp. 689-710.

Ward, J. V.; Tockner, K.; Uehlinger, U. & Malard, F. "Understanding natural patterns and processes in river corridors as the basis for effective river restoration". *Regulated Rivers*, 17. 2001, pp. 311-323.