

RUBÉN LADRERA · JOSERRA DÍEZ  
· FRANCESC LA ROCA

# Vivir con el río

*Desafíos ante el riesgo de inundación*

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN, 9

PRIMERA PARTE.

CONCEPTOS PREVIOS, II

*Ríos y territorio fluvial*, 13

Ecosistema fluvial, 14

La cuenca hidrográfica, 17

Dimensiones del río, 18

Dinámica y territorio fluvial, 23

*El caudal de los ríos es variable*, 25

Régimen hidrológico, 25

Inundaciones, 27

Aspectos positivos de las inundaciones, 29

*Riesgo de inundación*, 33

Riesgo natural, 33

Riesgo de inundación, 35

El calentamiento global aumenta el riesgo de inundación, 36

*Cambio de enfoque de la gestión de inundaciones*, 38

La compleja relación del ser humano con las inundaciones, 38

Renovación de la política de aguas europea y de la protección frente a inundaciones, 45

SEGUNDA PARTE.

MEDIDAS PARA UNA GESTIÓN FUNDAMENTADA  
DEL RIESGO DE INUNDACIÓN, 53

*Evitar la ocupación de zonas inundables, 56*

Evolución histórica de la ocupación, 56

¿Desconocimiento deliberado?, 57

Marco normativo, 59

Ocupación actual, 61

Propuestas, 63

*Devolver espacio al río, 66*

El territorio fluvial en la gestión del riesgo de inundación, 66

Beneficios de la recuperación de espacio fluvial, 67

Gestión adaptada de los usos del suelo a nivel de  
cuenca hidrográfica, 74

Gestión forestal, 75

Gestión agraria, 78

Impermeabilización de la cuenca, 80

*Modelos urbanísticos adaptados al riesgo, 82*

El paso del agua por la ciudad, 84

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible, 86

Ciudades fluviales / ríos urbanos, 90

*Cautela con las infraestructuras duras, 92*

Presas e infraestructuras transversales, 93

Motas y diques, 95

Encauzamientos, 98

Soterramientos y desvíos, 100

*Mecanismos de alerta y respuesta coordinada, 102*

Sistemas de alerta temprana, 103

Capacidad de respuesta rápida y eficiente, 107  
Seguros como instrumento de gestión de riesgos, 109

*Capacitación de la población respecto a la cultura del riesgo, 112*

Contexto, 112

Capacitación social, 114

Participación pública para la capacitación, 116

Capacidades útiles, 117

Educación formal, 120

CONCLUSIONES, 123

*A Use y a Tere,  
el río de cuyas vidas alcanzó el mar antes de llegar a ver el  
libro publicado.*

*Con generosidad nos enseñaron a amar el territorio y  
el valor de fluir libres.*

*A Reshma, arrossegada per l'aigua amb vint-i-pocs anys.  
No tornarem a veure el teu somriure pels carrers del barri  
on anares a escola.*

## PRESENTACIÓN

A FINALES DE OCTUBRE de 2024 se produjo uno de los episodios de inundaciones más extremo de las últimas décadas en la vertiente mediterránea de la península ibérica, asociado a un fenómeno meteorológico conocido como DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos). Estas inundaciones fueron devastadoras en diferentes territorios del este peninsular, especialmente en la provincia de València, provocando la muerte de más de doscientas personas, así como incalculables daños económicos por destrozos en edificios, vías de comunicación, polígonos industriales, zonas comerciales, vehículos y campos de cultivo.

Este fenómeno ha reavivado —en muchos casos despertado— el interés social respecto a la gestión del riesgo de inundación. Y este interés lleva asociada la aparición de todo un elenco de personas que se presentan como *expertas* en la materia, así como los acostumbrados intereses ideológicos asociados con un constructo mental de *progreso* muy concreto. Por ello, y a modo de vacuna frente a informaciones falsas y sesgadas, consideramos imprescindible acercar a la sociedad el extenso conocimiento científico y social adquirido durante las últimas décadas acerca de la gestión del riesgo de inundación.

Este conocimiento evidencia la necesidad de un cambio de paradigma. Los tradicionales modelos de gestión del riesgo de inundación basados únicamente en medidas estructurales, dominantes hasta ayer, se han evidenciado insuficientes para proteger

a la población y sus bienes. Son muchos los ejemplos catastróficos que demuestran los límites de este tipo de gestión, entre los que destacan las citadas inundaciones en la vertiente mediterránea ibérica en octubre de 2024, la catástrofe del *camping* de Biescas en agosto de 1996 o la rotura de la presa de Tous en 1982.

Estos modelos tradicionales y dominantes de gestión del riesgo de inundación derivan de evidentes intereses económicos y de un profundo desconocimiento del comportamiento del agua en el territorio, en particular la de los ríos. Por ello, debemos transitar hacia nuevos modelos de gestión del riesgo que se vienen planteando desde hace tiempo y que surgen de una mejor comprensión de la naturaleza y el funcionamiento de los ríos, lo que permite entender que no es posible domesticarlos ni diseñar los cursos fluviales a nuestro antojo. En su lugar, resulta urgente adaptar las actividades humanas a la dinámica fluvial y favorecer procesos naturales que reduzcan los riesgos asociados a las inundaciones.

Este libro trata de dar a conocer de forma divulgativa los principios en torno a la gestión adaptativa del riesgo de inundación. No pretende ser un manual técnico en la materia, pero sí mantener el necesario rigor científico. El texto se divide en dos partes. En la primera, se introducen conceptos básicos en torno a la gestión del riesgo de inundación. Entre otras cuestiones, se presentan los conceptos de río, territorio fluvial, cuenca hidrográfica o dinámica fluvial, así como el propio fenómeno de las inundaciones y el riesgo, su agravamiento por la crisis climática y los principios fundamentales que rigen la normativa en la materia. En la segunda parte, se exponen las principales medidas para una gestión del riesgo de inundación orientada a evitar nuevas catástrofes relacionadas con estos fenómenos extremos. Estas medidas estarán basadas en el conocimiento de la naturaleza fluvial y en la adaptación a ella de las prácticas sociales.

PRIMERA PARTE  
CONCEPTOS PREVIOS

Esta primera parte trata de aclarar conceptos básicos, no siempre sencillos, en materia de gestión del riesgo de inundación. Su comprensión resulta necesaria para entender las medidas que se exponen en la segunda parte del trabajo.

## RÍOS Y TERRITORIO FLUVIAL

La Real Academia Española (RAE) define río como una «corriente continua y natural de agua que, por un curso fijo, va a parar al mar, a un lago o a otra corriente de agua». Esta definición incorpora errores de bulto y resulta una grave simplificación de la realidad desde un punto de vista hidrológico, geomorfológico y ecológico. Sin intención de detenernos en un análisis profundo de la definición ni de los elementos ausentes en la misma, cabe recordar que los ríos temporales, aquellos que se secan en algún momento, representan más de la mitad de la red fluvial global y tienen un gran valor ecológico, o que los cursos fluviales distan mucho de ser un ecosistema estático, temporal o espacialmente. Al contrario, el dinamismo es una de sus principales características.

La definición de la RAE refleja perfectamente la concepción simplificada que la sociedad ha tenido —y tiene— de los ríos. Esta misma visión ha imperado en las políticas de gestión fluvial en España en las últimas décadas, con graves consecuencias para los ríos. Así,

se ha considerado con frecuencia a los ríos como meras tuberías a cielo abierto, independientes del territorio, y esta concepción de los mismos ha provocado un profundo deterioro de su estado ecológico y la degradación de los servicios ecosistémicos<sup>1</sup> que nos prestan, entre los que se encuentra la protección frente a avenidas.

Alfredo Ollero, profesor de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza, considera que el funcionamiento de los ríos ha sido intensamente alterado en las últimas décadas en España y el sur de Europa, y denomina a este período «Antropoceno fluvial». Ollero señala que el ser humano, «acopiando agua y sedimento y ocupando cauces, ha generado ríos estabilizados y regulados, envasados en canalizaciones, invadidos, estrechados, simplificados, homogeneizados o encajados por la incisión, dando lugar a no ríos». Gran parte de este profundo deterioro fluvial está relacionado con un escaso conocimiento respecto a los ríos y a su composición, estructura y funcionamiento, lo cual imposibilita poner en marcha medidas eficaces y adaptativas de gestión fluvial.

### *Ecosistema fluvial*

Los ríos presentan gran complejidad estructural y funcional. Contienen numerosas formas y componentes abióticos y una gran diversidad de seres vivos, y en ellos tienen lugar un sinnúmero de interacciones de todos los elementos vivos e inertes. Todo ello conforma el ecosistema fluvial.

---

1 Los servicios ecosistémicos son beneficios que los ecosistemas brindan a los seres humanos y al planeta. Estos beneficios pueden ser tangibles, como alimentos y agua, o intangibles, como la belleza escénica o la inspiración cultural. Los servicios ecosistémicos son esenciales para la vida y el bienestar humano, y su pérdida puede traer consigo graves consecuencias.

Entre los componentes abióticos destacan, junto con las propias moléculas de agua, gases como el oxígeno y el dióxido de carbono, claves en procesos fisiológicos de enorme relevancia, entre los que se encuentran la respiración o la fotosíntesis; sales disueltas procedentes de las rocas y el suelo por el que circula el río; materia orgánica que proviene de diferentes fuentes naturales y antrópicas; y sedimento de diferente tamaño, originado por la erosión de las rocas y por las actividades antrópicas —especialmente agrícolas y forestales— desarrolladas en el conjunto de la cuenca. Como se detallará en apartados posteriores, los sedimentos transportados por el agua van a resultar determinantes en la dinámica fluvial y en el mantenimiento de un buen estado ecológico del río. La movilidad de los sedimentos permite que aparezcan una gran diversidad de hábitats, equilibrar el relieve y aportar material para el desarrollo de formaciones de gran interés ecológico y social, como los deltas y las playas del litoral. La alteración del transporte y el balance de sedimentos implicará afecciones de primer orden sobre el río.

Los organismos que habitan un determinado tramo fluvial van a depender de las condiciones ambientales y de los componentes abióticos que existan, a lo largo del tiempo, en ese tramo. Por ejemplo, será determinante la evolución temporal de las sustancias químicas disueltas, que pueden proceder o no de episodios de contaminación. Otros factores de gran importancia serán las variaciones de caudal, los regímenes de velocidad del flujo, la profundidad de la columna de agua, la disponibilidad de nutrientes o la diversidad de sedimento. Asimismo, cuanto mayor sea la complejidad estructural de los hábitats de un tramo, mayor será la diversidad de organismos. Por ello, para mantener ríos bien conservados la gestión fluvial debe tratar de favorecer la diversidad de hábitats.

Entre los seres vivos que habitan los ríos, se encuentran los microorganismos —fundamentalmente bacterias, algas, protozoos y hongos— que pueden aparecer recubriendo el lecho o suspendidos en la propia columna de agua; los macrofitos, que son organismos

fotosintéticos de mayor tamaño —grandes algas y plantas—; los invertebrados acuáticos, como cangrejos, moluscos, sanguijuelas o insectos, en su mayoría con larvas acuáticas que se transforman en adultos voladores (libélulas, mosquitos...); los peces, que representan el grupo de animales más característico; y otros vertebrados, como anfibios, aves o mamíferos —algunos tan emblemáticos como el visón europeo, el desmán ibérico o la nutria—.

Uno de los elementos esenciales de los ríos es el bosque de ribera, que está constituido por formaciones arbóreas o arbustivas, mayoritariamente caducifolias. Se desarrolla en suelos húmedos, junto a cursos de agua, y juega un papel determinante en el funcionamiento y la salud del ecosistema. Algunas de sus funciones son la retención de sedimento, que limita la erosión del río en épocas de crecida; la reducción de la cantidad de fertilizantes de origen agrario que llega al agua, gracias a su importante papel de filtro depurador; la disminución de la velocidad del agua en momentos de caudales elevados; la disposición de un corredor ecológico de gran importancia; el aporte de sombra al cauce, que disminuye la temperatura y favorece una mayor disolución de oxígeno en el agua; y el suministro de materia orgánica al agua en forma de hojas, madera u otros restos vegetales, que sirve de alimento para multitud de organismos acuáticos.

El aporte de madera al cauce desde el bosque de ribera aumenta además la complejidad estructural del río, al favorecer la creación de nuevos hábitats y la retención de partículas y sedimento. Sin embargo, y a pesar de los múltiples beneficios que aportan desde un punto de vista ecológico y dinámico a los ecosistemas fluviales, los restos de madera han sido percibidos habitualmente como algo negativo y peligroso.

### *La cuenca hidrográfica*

El ecosistema fluvial es una consecuencia de su cuenca hidrográfica. Todo lo que ocurre en esta unidad básica y natural del territorio condiciona en último término los cursos fluviales. La cuenca hidrográfica se define como una superficie de terreno delimitada por la línea de cumbres o divisoria de aguas que concentra las aguas de precipitación mediante un sistema de drenaje compuesto por un conjunto jerarquizado de cursos fluviales, desde pequeños surcos hasta ríos, que confluyen unos en otros hasta configurar el colector principal de la cuenca. De manera similar al conjunto de vasos sanguíneos que forman parte del sistema circulatorio, la red fluvial conecta las distintas partes de una cuenca transportando agua, sedimento, nutrientes y organismos, lo que produce una elevada biodiversidad y una gran fertilidad en las llanuras de inundación y en las aguas marinas más próximas a las costas.

Pero, cuidado, al igual que un trombo o cualquier otra afección puntual del sistema circulatorio puede generar consecuencias graves o incluso devastadoras para el organismo, la conservación de un tramo fluvial no solo depende de las circunstancias locales, sino que también está relacionada con lo que ocurre a muchos kilómetros de distancia, en cualquier punto de esa cuenca. Los usos del suelo de las zonas de cabecera, por ejemplo, afectarán de forma directa a los regímenes de los caudales en los tramos bajos, de manera que una mayor urbanización reducirá el porcentaje de agua infiltrada y aumentará el porcentaje de agua que circula superficialmente. Por lo tanto, la unidad de gestión fluvial no puede ser otra que la cuenca hidrográfica.

## *Dimensiones del río*

Es necesario considerar las tres dimensiones que forman parte de los ríos desde el punto de vista territorial: longitudinal, transversal y vertical.

A través de la *dimensión longitudinal* se establece una conexión y una continuidad de flujos de materiales desde las partes altas a las bajas de la cuenca. Un río es un sistema natural que transporta agua, sedimentos, nutrientes y seres vivos a lo largo de su perfil longitudinal, y cualquier alteración puntual que afecte a este transporte en un punto determinado se verá reflejada en cualquier otro punto del río localizado aguas abajo.

A lo largo de la dimensión o perfil longitudinal de un río típico, los procesos geomorfológicos dominantes y las comunidades de seres vivos van cambiando. En los tramos superiores, con terrenos de elevada pendiente y alta velocidad del agua, dominan los procesos erosivos, de modo que la mayor parte del sedimento fino es arrastrado y se acumula sustrato de mayor tamaño, como bloques y piedras. A medida que descendemos hacia los tramos medio y bajo, la pendiente y la velocidad del agua disminuyen, al igual que la erosión y el transporte, y comienzan a dominar los procesos sedimentarios del sustrato fino. De igual manera, los tramos altos suelen ser más estrechos y escarpados, por lo que la vegetación alledaña impide la insolación en el cauce. Río abajo aumenta la anchura y la insolación, favoreciendo el desarrollo de organismos fotosintéticos, como algas y plantas. Todos estos gradientes —cambios progresivos de las características ambientales de los ríos— llevan asociados cambios en las comunidades de seres vivos de los diferentes tramos fluviales.

La *dimensión transversal* cobra especial relevancia en la gestión del riesgo de inundación. Existe una intensa conexión entre el cauce y los espacios adyacentes, que se pone de manifiesto durante las

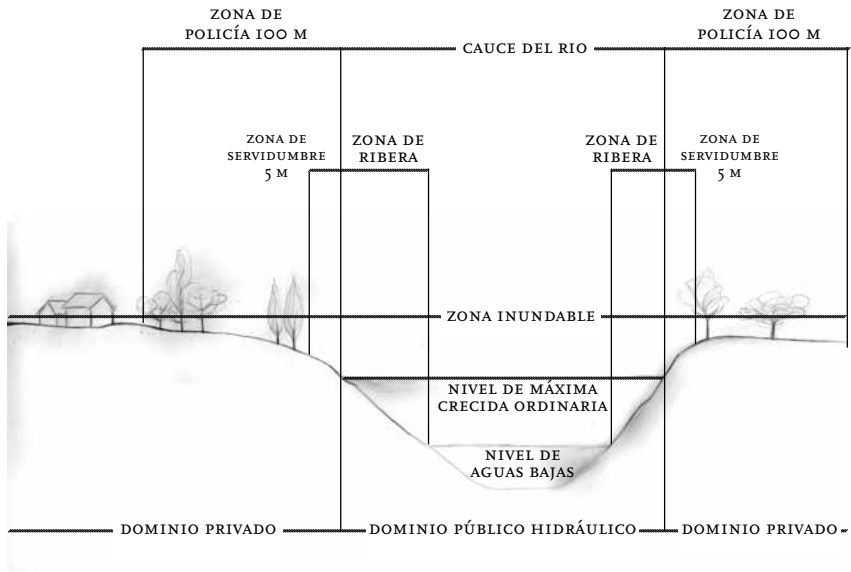


Figura 1. Zonificación del espacio fluvial de acuerdo con la legislación actual (texto refundido de la Ley de Aguas aprobada por el Real Decreto 1/2001 y el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado en el Real Decreto 849/1986 y en sus posteriores modificaciones 606/2003 y 9/2008). Gráfico de Izaskun Fernández

inundaciones, momento en el que se produce el desbordamiento del cauce activo —aquel en el que se observa una actividad hidromorfológica más marcada, con presencia abundante de sedimentos móviles—, lo que provoca el intercambio de agua, sedimentos, nutrientes y organismos entre el cauce y las zonas contiguas. Por otra parte, el flujo de agua y de sedimentos, al desbordarse, disipa gran parte de su energía. Se configura de ese modo la morfología y la zonificación de un espacio transversal de gran anchura, más extenso a medida que descendemos por el perfil longitudinal de un río.

De manera general, y de acuerdo con la zonificación propuesta por la normativa actual (Ley de Aguas y Reglamento de Dominio Público Hidráulico), derivada de la primera Ley de Aguas de finales del siglo XIX, se pueden diferenciar los elementos que vemos en la figura 1. El *cauce* es la sección cubierta por las aguas durante

las crecidas ordinarias, considerando estas como la media de los caudales máximos de los últimos diez años. Este cauce incluye el *nivel de aguas bajas*, por donde circula el agua la mayor parte del año, y la *ribera*, que es cada una de las fajas laterales situadas dentro del cauce natural por encima del nivel de aguas bajas. El cauce se encuentra limitado por la *orilla*, y este se corresponde, desde el punto de vista jurídico, con el espacio denominado Dominio Público Hidráulico (DPH), cuya titularidad y gestión está reservada al Estado en el caso español. Este ha de favorecer su equilibrio geomorfológico —junto con la protección del ecosistema ripario, es decir, de las riberas—, su capacidad natural para atenuar inundaciones y el equilibrio entre la sedimentación y la erosión.

A ambos lados del DPH aparece la *zona de policía*, que es la constituida por una franja lateral de cien metros de anchura a cada lado —contados a partir de la línea que delimita el cauce— en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollan. Los primeros cinco metros corresponden a la *zona de servidumbre*, que es la franja situada lindante con el cauce y cuya finalidad es el paso público peatonal y los usos de vigilancia, pesca y salvamento. La titularidad de esta zona de servidumbre puede ser pública o privada. La *zona inundable* puede abarcar más que la propia zona de policía, puesto que es aquella que puede ser cubierta por inundaciones con un período de retorno de hasta quinientos años.<sup>2</sup> El límite de la llanura de inundación vendrá marcado por los taludes naturales, que dan paso a las terrazas fluviales.

---

2 Es habitual expresar las probabilidades de inundación en términos inversos, es decir, como períodos de retorno. Un concepto que se puede definir como el tiempo medio transcurrido entre dos inundaciones de una determinada magnitud. Así, una inundación con un período de retorno de quinientos años será mayor y menos probable que una con un período de diez. Pero, puesto que se trata de un concepto estadístico que expresa una media o valor esperado, nada impide que en un breve período de tiempo se produzcan dos eventos de una magnitud cuyo período de retorno se había estimado, por ejemplo, en quinientos años. De igual manera, nada

En cualquier caso, esta zonificación administrativa presenta evidentes limitaciones. Aunque establece la titularidad pública del agua y de los lugares por los que transcurre, es muy limitada respecto a las dimensiones reales del ecosistema fluvial. El río, más allá de la superficie que cubran sus aguas en cada momento, es una entidad con procesos que se extienden por la zona potencialmente inundable y que generan gran diversidad de ecosistemas. Entre ellos se encuentran los cursos funcionales principales y secundarios, los brazos muertos, los paleocauces, las zonas húmedas con el freático en superficie, los bosques de ribera o los ecosistemas terrestres de las islas fluviales y de la planicie de inundación.

Con el objeto de superar las limitaciones de esta zonificación administrativa, y en busca de preservar la estructura y el funcionamiento de los sistemas fluviales, en la normativa se ha desarrollado con posterioridad la figura de Zonas de Flujo Preferente (ZFP), que tratan de dotar al cauce del espacio adicional suficiente para permitir su movilidad natural, así como la laminación de caudales y de carga sólida transportada, favoreciendo la amortiguación de las avenidas. Una ZFP se define como aquella zona en la que se concentra predominantemente el flujo durante las avenidas —una vía de intenso desagüe— y en la que, para una avenida de cien años de período de retorno, se pueden producir graves daños sobre las personas y los bienes.

La *dimensión vertical* de los ríos incluye los flujos superficiales, subsuperficiales y subterráneos. El sustrato subsuperficial situado debajo del lecho del cauce se conoce como *medio hiporreico*, y está formado por materiales muy permeables —como gravas— que permiten la existencia de flujos de gran importancia de agua, nutrientes y organismos. El espesor de este medio varía a lo largo del cauce en

---

impide que en diez lanzamientos de una moneda equilibrada —es decir con igual probabilidad de cara que de cruz— aparezcan ocho caras y no las cinco esperadas. No es probable, pero sí posible.

función de la naturaleza del sustrato, y a su vez puede estar conectado con acuíferos aluviales y/o de aguas subterráneas, que son formaciones geológicas o conjuntos de rocas con suficiente porosidad o permeabilidad para almacenar agua en su interior e intercambiarla con capas superiores. El límite superior de los acuíferos lo marca el nivel freático, que en algunos casos puede coincidir con la propia superficie del terreno, dando lugar a fuentes o manantiales por los que el agua vuelve a la superficie. Las interacciones entre las aguas de diferentes profundidades son constantes, y posibles cambios que ocurran o provoquemos en cualquiera de esas aguas afectan al resto.

Por ejemplo, y como detallaremos más adelante, las inundaciones van a jugar un papel determinante en la recarga de los acuíferos aluviales, que son aquellos situados cerca del cauce y formados por materiales transportados por el río. En ellos, el agua se almacena en los poros que dejan entre sí las partículas de gravas, arenas y arcillas. Estas reservas de agua nutren al río en épocas de menor precipitación, son utilizadas con frecuencia para el abastecimiento de las poblaciones ribereñas y de los sistemas agrícolas y son claves para la reducción de los caudales superficiales en momentos de crecidas, ya que pueden incorporar gran cantidad del flujo superficial si no se encuentran impermeabilizadas a causa de las actividades antrópicas. La sobreexplotación de acuíferos, provocada mayoritariamente en muchas zonas de España por usos agrícolas y ganaderos —el 27 por ciento de las masas de agua subterránea se encuentra en mal estado cuantitativo, es decir, se extrae más agua de la que se repone de modo natural—, genera problemas de escasez de agua para muchas poblaciones y afecta gravemente a espacios de gran valor ecológico, como los Parques Nacionales de Doñana o de Tablas de Daimiel.