

16. Medio fluvial

1. Introducción

Los ríos de la provincia de A Coruña, el cuidado sobre la calidad de sus aguas y sobre el mantenimiento de un régimen adecuado de caudales, el buen estado de sus márgenes, el control de los episodios extremos de inundaciones y sequías, son competencias autonómicas, gestionadas por Augas de Galicia.

Aspectos vinculados al abastecimiento de poblaciones, o al saneamiento, están transferidas a los municipios y, subsidiariamente, podrían ser competencia de entes supramunicipales, pero estos servicios se tratarán en otro apartado.

Aún aceptando que la Diputación Provincial de A Coruña no es competente en este ámbito, si puede y debe estar informada sobre el estado de los ríos de la comunidad; en este apartado se hablará de aspectos cuantitativos, y en el vinculado al saneamiento, de aspectos cualitativos.

Es imprescindible, para cumplir con la legislación vigente, y para satisfacer las demandas de la ciudadanía, impulsar la defensa de los ríos como espacios naturales, y adquirir un mayor conocimiento de los parámetros (cuantitativos y cualitativos), que permiten orientar el proceso.

A pesar de contar con un entorno favorable (pluviometría generosa y no torrencial), algunos de los ríos de A Coruña distan de cumplir los estándares europeos en cuanto a vida piscícola, y la prensa recoge, casi cada año, alarmas de sequía.

La compatibilidad del río como ecosistema con la producción energética es un caballo de batalla con una fuerte componente política, pero sin una base cuantitativa suficiente que avale una u otra tesis con rotundidad en cada caso concreto. Es cierto que los ríos están degradados, pero se requieren datos para demostrar la viabilidad (o inviabilidad) de cada uno de los proyectos.

En definitiva, queda mucho por hacer, y la Diputación de A Coruña puede sin duda impulsar el desarrollo de iniciativas orientadas a un mejor conocimiento de los ríos, y a su mejor coexistencia con el desarrollo humano.

2. Marco normativo y competencial

Los ríos de la provincia de A Coruña están íntegramente incluidos en la administración hidráulica de Galicia (Aguas de Galicia) y son de titularidad autonómica. Las transferencias desde la Confederación Hidrográfica del Norte se rigieron por dos reales decretos:

Real Decreto 11-9-1985, núm. 1870/1985 de la presidencia del Gobierno publicado en el BOE 15-10-1985, núm. 247, [pág. 32.347] DO. Galicia 26-10-1985, núm. 206 sobre traspaso de funciones y servicios del Estado en materia de abastecimientos de agua, saneamiento y encauzamiento y defensa de márgenes de ríos.

Real Decreto 30-12-1986, núm. 2792/1986 del Ministerio de Administraciones Públicas publicado en el BOE 28-1-1987, núm. 24, [pág. 2582] DO. Galicia 10-2-1987, núm. 27 sobre traspaso de funciones y servicios del Estado en materia de obras hidráulicas.

Independientemente de su carácter autonómico, los ríos de A Coruña están sujetos a la legislación de la Comunidad Europea, a legislación estatal y, obviamente, a legislación autonómica.

2.1. Legislación comunitaria

Dentro del contexto de la legislación europea, destaca la «Directiva Marco del Agua», en la que se establecen las bases para la política hidráulica en la Comunidad Europea. Se trata de una norma compleja, basada en unos principios relevantes para el tema objeto de este plan.

Estos principios básicos, van orientados a dos objetivos fundamentales:

- Hay que conocer el estado actual de los ríos, tanto en sus aspectos cuantitativos (régimen de caudales) como en los cualitativos (calidad de sus aguas).
- Hay que avanzar en la línea del buen estado ecológico de las aguas, entendido en términos cuantitativos (régimen de caudales compatible con el desarrollo de los ecosistemas fluviales) y cualitativos (calidad de las aguas adecuada para el desarrollo de los ecosistemas fluviales).

La Directiva Marco del Agua impone que las administraciones hidráulicas (futuras demarcaciones hidrográficas) deben realizar planes hidrológicos de cuenca, donde se plasmen las medidas concretas orientadas a cumplir los objetivos de la Directiva.

Por último, la Directiva Marco impone la obligatoriedad de que los datos a los que se alude sean del dominio público. No basta con que existan mecanismos más o menos complejos de acceso a la información. Las demarcaciones hidrográficas deben tener voluntad de transparencia y fomentar mecanismos sencillos y gratuitos para que la ciudadanía pueda acceder en tiempo real a cualquier tipo de dato vinculado a la contaminación o el caudal de un río.

2.2. Legislación estatal

Los estados de la Unión deben trasponer estos conceptos en su propia legislación en materia de política hidráulica. En España, la norma por excelencia es el texto refundido de la Ley de Aguas, que, en su versión de enero de 2004 incorpora ya la transposición de los preceptos impuestos por la Directiva Marco. Estos puede apreciarse en algunos artículos, y muy concretamente en el que detalla el contenido de los planes hidrológicos de cuenca.

En la actualidad, las distintas administraciones hidráulicas de los distintos estados de la Unión Europea están trabajando para cumplir con estos preceptos, y están realizando sus respectivos planes. Estos planes tendrán más o menos calidad en función de los datos

de partida con los que se cuente. En el caso de las cuencas de A Coruña, el grado de conocimiento de parámetros cuantitativos y cualitativos es, como se verá, escaso, por lo que deberá ser en futuras actualizaciones donde se logre llegar a un plan consistente con los preceptos de la Directiva.

Es por lo tanto el momento de evidenciar las carencias históricas, y de sentar las bases para corregirlas. La transferencia de competencias entre el Estado central, a través de la Confederación Hidrográfica del Norte, y la comunidad autónoma, a través de Augas de Galicia, fue traumática en lo que respecta a la continuidad de la explotación de redes de datos. Esta pérdida, irreparable, complica la correcta implantación de la Directiva, que precisa de un conocimiento de las variables cuantitativas y cualitativas que rigen el funcionamiento actual y pasado de los ríos.

La Ley de Aguas rige también el funcionamiento de las concesiones administrativas, en algunos puntos de su articulado. Esta ley o sus transposiciones a normas autonómicas son de obligado cumplimiento.

Existen en la actualidad gran cantidad de concesiones obsoletas (caducadas) y cuyos fines concesionales (molinos, etc.) han dejado de tener vigencia real. Es por lo tanto una obligación de las administraciones hidráulicas el realizar una auditoría de estas concesiones y determinar, si procede, su extinción.

Debe entenderse que un número muy elevado de las concesiones conllevan pequeñas obras hidráulicas que suponen obstáculos para el desplazamiento de las especies piscícolas que habitan en los ríos. El mantener estructuras inútiles ocasiona un daño innecesario a esas especies, y contraviene tanto la Ley de Aguas como los principios de la Directiva Marco del Agua.

La Xunta de Galicia está realizando inventarios de todos los obstáculos presentes en los ríos, tanto en su vertiente física (localización de los obstáculos sobre un plano) como en su vertiente administrativa (estado de las concesiones). Este inventario debe ser utilizado para actuar sobre los cauces, y eliminar todos aquellos obstáculos superfluos.

Otro ámbito de interés es la protección de la calidad de las aguas, que se ven alteradas por vertidos industriales o urbanos. La transposición de la normativa comunitaria a la española en este último ámbito no es todo lo rigurosa que sería deseable, ya que no se traslada el interés por proteger a los ríos de vertidos urbanos de aguas pluviales, con altos contenidos en metales pesados, hidrocarburos y otras sustancias contaminantes. El Plan de Saneamiento de Galicia y el Plan de Saneamiento de las Rías inciden de modo importante en estos temas, que deben ser estudiados con rigor. Las sanciones por incumplimiento de los estándares de calidad en ríos y aguas de transición son muy cuantiosas y algunos de los plazos ya han expirado sin que los objetivos hayan sido cumplidos.

2.3. Legislación autonómica

La legislación más extensa de aplicación a las cuencas de A Coruña es, obviamente, la autonómica. Existen normas directamente vinculadas con la política hidráulica y otras de carácter más general. Dado que la Directiva Marco impone modificaciones de fondo y forma en la política hidráulica, las normas autonómicas deberán adaptarse a corto plazo a esta nueva estructura, y puede por tanto considerarse que el marco normativo autonómico cambiará de modo notable a corto plazo. De hecho, el organismo autónomo Augas de Galicia tiene como prioridad absoluta su adaptación a la Directiva.

Un tipo de concesión polémico y que supone una evidente afección a los cauces es el de los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos. Los proyectos de minicentrales están muy vinculados a su impacto ambiental. El mantener el buen estado ecológico de las aguas debe ser un paso previo a la implementación de una instalación de estas características.

El actual Gobierno de la Xunta de Galicia ha decidido modificar el Plan Hidroeléctrico Sectorial de las Cuencas de Galicia-Costa, lo que de hecho se traduce en la paralización de varios expedientes. El motivo aducido es la implantación de la Directiva Marco, que debe regir en cualquier actuación en el entorno fluvial, y que no está transpuesta hasta la fecha en la legislación sobre implantación de minicentrales.

Esto supone una apuesta por parte de la Administración gallega para potenciar el carácter natural de los cauces, poniendo en segundo plano su carácter de recurso energético. Esta decisión se plasma en el *Decreto 555/2005, do 10 de novembro, polo que se adoptan medidas provisionais en relación coa utilización do dominio público hidráulico*.

Este Decreto ha «revolucionado» el sector hidroeléctrico, y constituye la primera apuesta importante por la «renaturalización» de los ríos. Es obvio que el decreto está amparado por la Directiva Marco, que exige un grado de información mucho mayor que el disponible para realizar actuaciones sobre el medio natural.

El tipo de concesiones sujetas a una mayor demanda de información no se ciñe no obstante a las hidroeléctricas. Las concesiones de todo tipo (industrial, para refrigeración, para piscicultura fluvial, etc.), e incluso las de abastecimiento, requieren estudios específicos para garantizar que no suponen una merma excesiva para el río.

Mención aparte requiere las tomas incontroladas para regadío, muy extendidas en el territorio y poco o nada inventariadas, que suponen una detracción notable a los cauces en unas determinadas épocas.

Es necesario contar con un inventario preciso de las detracciones de agua de los cauces, para poder evaluar el impacto que supone sobre el mismo, y su afección a servicios esenciales (abastecimiento a poblaciones).

Como se verá más adelante, y en otros apartados del plan, el abastecimiento de aguas a muchos núcleos se realiza a partir de pequeños cauces sin regulación. Es imposible predecir si esos cauces son suficientes para mantener una garantía de suministro si no se conocen los impactos (cuantitativos y cualitativos) que sufre.

En lo que respecta a la calidad del agua, destaca el Decreto 240/2000 de 13 de septiembre por el que se regula la declaración de zonas de baño habilitadas en la comunidad autónoma de Galicia. Las exigencias en calidad de aguas de estas zonas inhabilitan usos (como vertidos domésticos e industriales) en su entorno.

Sobre esta misma temática versa el proyecto de Real Decreto sobre la gestión de aguas de baño, aún no aprobado, en el que se destaca una metodología de análisis de la contaminación de los cauces según el tipo de contaminante y según el tipo de exposición a la contaminación (continua o de corta duración). La repercusión de este Real Decreto sobre las aguas de baño de Galicia, y sobre el uso de las aguas en zonas adyacentes o aguas arriba de las mismas será muy importante, y marcará los usos del agua en el futuro.

2.4. Otra legislación vinculada

Además de las normas fundamentales tratadas en los epígrafes 2.1 y 2.2, y de la vasta legislación autonómica apuntada en 2.3, hay otras normas que cabe citar dado que su influencia en el medio fluvial es notable.

Sin perjuicio de otras normas que tratan del abastecimiento y saneamiento de poblaciones, que son analizadas en otro apartado del plan, se destacan aquí normas sobre seguridad física de la ciudadanía, asociada a sucesos extremos de crecida de ríos.

A este respecto, cabe destacar el importante papel que juega protección civil en el ámbito de la gestión de incidentes asociados a crecidas de ríos, y que se plasma en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones.

Existe una gran concordancia entre los requisitos en materia de información hidrológica requeridos por Protección Civil, y aquéllos citados en los planes hidrológicos de cuenca por imperativo de la Directiva Marco. La Directriz Básica de Protección Civil, además de imponer un conocimiento extenso de los ríos y su potencial inundabilidad, establece una operativa de coordinación con todas las administraciones implicadas en un episodio de inundaciones.

En Resolución de 12 de marzo de 2002 (DOGA de 23 de abril de 2002) se publica el Plan Especial de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones en Galicia. Se trata de un notable documento, sin duda el mayor avance en globalización de información hidrológica emitido por un organismo público en Galicia.

En este plan se desarrollan todos los puntos impuestos por la Directriz Básica de Protección Civil, haciendo una especial incidencia en los sucesos acaecidos el año hidrológico 2000-2001, que causaron inundaciones muy relevantes y que pusieron de manifiesto las zonas inundables en toda la comunidad. En otros apartados se utilizará información de este plan para ilustrar las zonas potencialmente inundables.

A pesar del esfuerzo realizado, las lluvias del otoño de 2006 han puesto de manifiesto que las zonas históricamente inundables no han sido las más afectadas por los episodios de naturaleza torrencial que se han detectado. En efecto, cuencas pequeñas, costeras, de gran pendiente y en muchos casos desprotegidas por efecto de los incendios han sido las causantes de la mayor parte de las inundaciones.

Estos episodios obligarán a la reedición del plan, teniendo en cuenta esta nueva tipología de cuenca peligrosa, de acuerdo con un nuevo tipo de pluviometría, más torrencial.

La Directriz Básica establece la necesidad de controlar el nivel de seguridad de las presas de embalse. Las presas, como obras particularmente notables, están regidas por el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses. En este reglamento se hace especial hincapié en aspectos de seguridad y de protección medioambiental, como se ilustra a continuación.

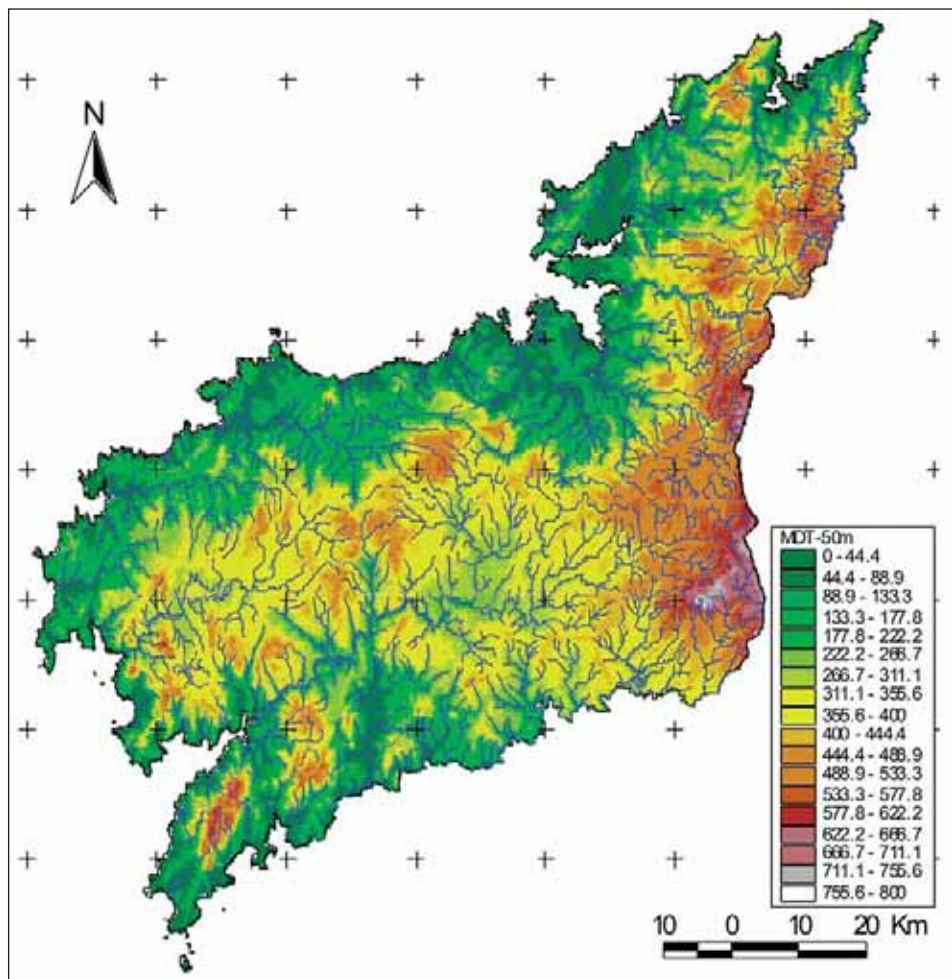
De nuevo gravitan sobre este Reglamento la necesidad de información y la protección del medio ambiente natural (y social, en este caso). La clasificación de las presas en las categorías A, B o C (de mayor a menor grado de afección a la ciudadanía en caso de accidente) es extraordinariamente relevante, ya que el nivel de control sobre las mismas y el nivel de información que se les exige es radicalmente distinto. En el apartado dedicado a las grandes presas se indicará cuál es la clasificación de cada presa, en el caso de aquellas que ya la han acreditado. Algunas de las presas actualmente operativas están en fase de realización de los estudios orientados a su clasificación, mientras que otras ya están clasificadas, como se verá más adelante.

3. Planificación hidrológica

El clima es el factor que condiciona con más peso las características de la red hidrográfica gallega. Los ríos gallegos constituyen una nítida expresión de los caracteres climáticos de Galicia y traducen directamente sobre sus regimenes esas mismas variables climáticas. En Barja y Lestegás (1992) se realiza un amplio recorrido por «*Os ríos gallegos*», en donde para cada cuenca estudiada, se analizan en diferentes apartados temas relacionados con los aspectos generales de las cuencas (sus límites, extensión, forma, etc.), sus características morfológicas y climáticas, la red fluvial el régimen hídrico y sus variables. El libro «*As Augas de Galicia*», editado por el Consello da Cultura de Galicia, vincula los aspectos meteorológicos e hidrológicos, en la misma línea. En su segunda edición, prevista para 2006, se abunda en aspectos cuantitativos.

La vertiente cantábrica, en la que se destaca el clima más puramente oceánico de Galicia, ofrece, por lo tanto, la mayor regularidad térmica y pluviométrica, y los ríos responden perfectamente a esas condiciones. Estas corrientes fluviales presentan según Barja y Lestegás (1992) un caudal relativo medio anual cercano a los 26 l/s km².

Mapa 1.
Orografía de A Coruña. Red fluvial



En el otro extremo, los ríos que vierten a las Rías Baixas, desde el Tambre hasta el Miño, están sometidos a notables influencias mediterráneas y a pesar de que reciben de lleno las depresiones atlánticas, acusan importantes estiajes en los meses de verano. Los caudales relativos medios anuales alcanzan una media de unos 40 l/s km².

Los ríos del Arco Ártabro y Finisterre ocupan una posición intermedia: su caudal relativo medio anual alcanza los 29 l/s km². Este dato es el más representativo para los ríos de la provincia de A Coruña, cuya red fluvial se esboza en el mapa 1, en el que se presenta la orografía de la provincia.

Las distintas administraciones involucradas en el medio fluvial, y muy especialmente Augas de Galicia, tienen la competencia y la obligación de desarrollar programas de planificación hidrológica, con el objeto de tener un adecuado conocimiento del medio, más allá de los datos cualitativos comentados en los párrafos anteriores, para dar soporte a los requerimientos de la Directiva Marco del Agua, y para apoyar a otros entes, como Protección Civil, en el desarrollo de sus planes de riesgo

Adicionalmente, la Directiva Marco del Agua exige la publicidad de los datos cuantitativos y cualitativos vinculados al medio fluvial, y esto es también una competencia de las demarcaciones hidrográficas (Aguas de Galicia, en el caso de A Coruña). El concepto «publicidad», tal y como se expone en la Directiva, implica una política proactiva por parte de la Administración para hacer llegar la información al ciudadano, en las mejores condiciones, y del modo más comprensible.

La planificación hidrológica tiene dos componentes fundamentales:

- Análisis del recurso agua
- Prevención de riesgos hidrológicos

El primer apartado está vinculado con el aprovechamiento de los ríos, incluyendo la protección de los caudales reservados al desarrollo del ecosistema.

Para un correcto aprovechamiento de los ríos es fundamental conocer tanto la oferta (régimen natural de caudales) como la demanda (tanto ambiental como de los distintos usos, según la prelación establecida en la Ley de Aguas).

El conocimiento de la oferta pasa por el despliegue de una red de medida adecuada a la zona geográfica en cuanto a su extensión y diversidad, con tecnologías actuales. La red debe incluir aportaciones en términos de precipitación y en términos de caudal circulante por los cauces.

La demanda se evalúa mediante un control de las concesiones y una correcta evaluación de los caudales ecológicos. Las presiones totales a las que está sometido un río en forma de concesiones de uso consuntivo o de derivaciones deben ser compatibles con el buen estado ecológico de las aguas.

La prevención de riesgos hidrológicos (máximos y mínimos) parte del análisis de los extremos de la oferta de los ríos, por lo que la única variable de diseño es el análisis de las series de aforos en las estaciones de las cuencas de A Coruña. En la medida en que estas series tengan extensión temporal, fiabilidad y densidad espacial, los resultados que se obtendrán serán más rigurosos.

3.1. Red hidrométrica

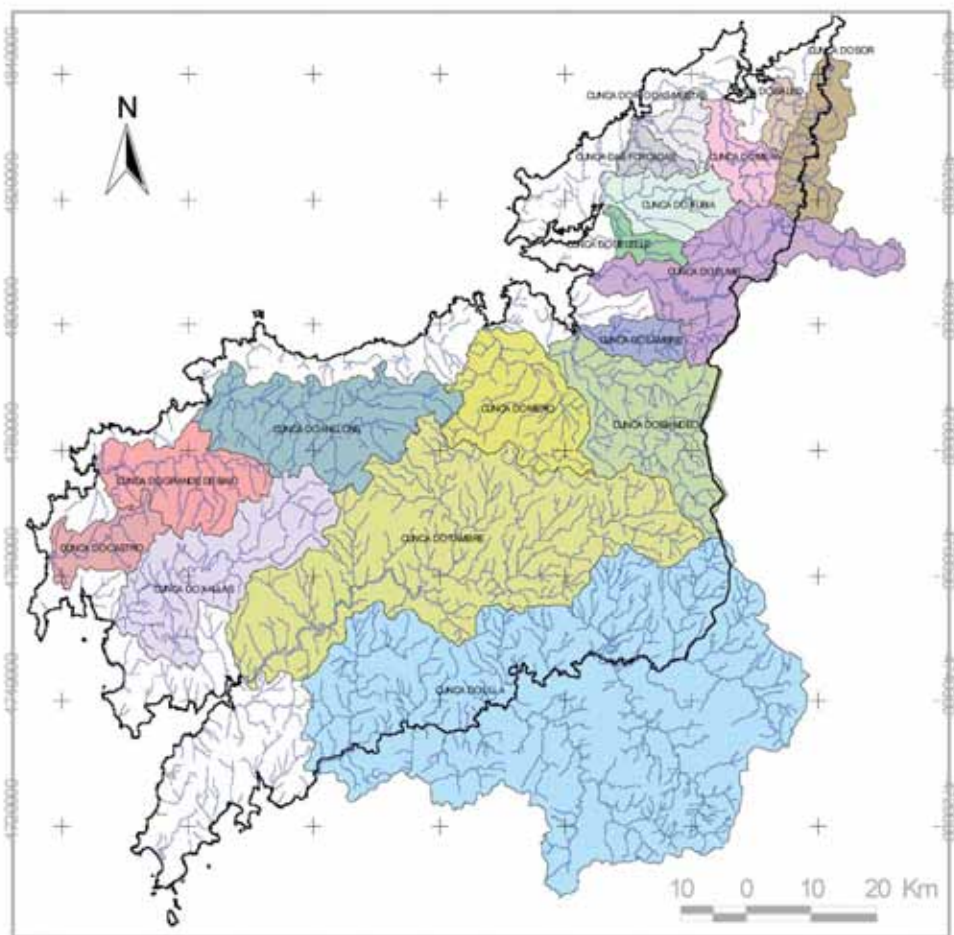
La red hidrométrica es básica a la hora de determinar el régimen de caudales naturales de los cauces. Una red suficientemente extensa, que cubra todas las cuencas hidrográ-

Cuadro 1. Red hidrométrica de A Coruña

Id	X	Y	Cuenca-Localidad	Área (km ²)	Ámbito
440	603.972,00	4.838.031,00	Río Sor-Riberas del Sor	169,0	Galicia costa
443	587.894,50	4.832.400,25	Río Mera-Sta María de Mera	102,0	Galicia costa
446	574.444,56	4.820.550,34	Río Grande de Xubia-San Satur.	108,3	Galicia costa
4464	576.690,89	4.788.976,05	Río Mandeo-Irixoa	248,0	Galicia costa
471	554.310,40	4.793.076,55	Río Mero-Cambre	277,0	Galicia costa
4485	509.221,23	4.786.313,30	Río Anllons- Anllons	432,0	Galicia costa
519	528.978,00	4.756.551,00	Río Tambre-Portomouro	1.145,0	Galicia costa
4520	528.555,77	4.757.071,09	Río Dubra-Portomouro	93,0	Galicia costa
542	580.061,11	4.745.807,46	Río Furelos-Ponte Barazón	150,0	Galicia costa
4544	579.748,23	4.744.477,67	Río Ulla-Santiso	564,0	Galicia costa

ficas y, si es posible, con cierta redundancia, y que se mantenga a lo largo de varios años, es la mejor herramienta para la determinación de caudales de avenida, de estiaje, para la determinación de los caudales ecológicos, y para evaluar hasta qué punto un cauce puede soportar las presiones a las que se le somete.

Mapa 2.
Ubicación de las estaciones



La red hidrométrica de A Coruña se presenta en el cuadro 1. La ubicación de las estaciones se marca en el mapa 2.

Como se puede apreciar, hay varias cuencas hidrográficas que no cuentan con ninguna estación de aforos. De las estaciones existentes, cabe decir que en general son antiguas en cuanto a su concepción, ya que se trata de registros en algunos casos manuales, y en ningún caso remotos (con transmisión en tiempo real).

Del mismo modo que MeteoGalicia ha desarrollado una red de pluviómetros de intensidad que registran y emiten los datos registrados en tiempo real a un centro de control, es cada vez más frecuente y deseable que los datos hidrométricos se exploten del mismo modo, mediante estaciones dotadas de sensores que registren el nivel de los ríos y emitan la señal (vía radio, telefonía móvil, cable, satélite,...) a un centro de control (que debería estar ubicado en Augas de Galicia, con posibles «espejos» en otros organismos).

De hecho, siguiendo los preceptos de la Directiva Marco, y tomando como ejemplo los datos pluviométricos de MeteoGalicia, o los datos hidrológicos que se recogen en países de nuestro entorno socio-económico, como Portugal, esos datos deberían ser volcados, en tiempo real, en Internet, para su uso y análisis por todos los interesados.

En resumen, la red hidrométrica, que en algunos casos cuenta con estaciones con poca historia de datos, es escasa y obsoleta, y necesita mejoras tanto en lo que respecta a aumentar el número de estaciones como en la mejora y accesibilidad de las existentes.

El análisis de los datos hidrométricos es en la actualidad inexistente. Los datos recogidos se almacenan pero no se realizan estudios basados en análisis de probabilidad, con el objeto de determinar caudales de estiaje o extremos. Los pocos estudios que se han realizado en este sentido no han sido realizados por Augas de Galicia, a quien sin duda compete acometerlos, sino por otros organismos, o por personas concretas.

3.2. Caudales máximos y mínimos

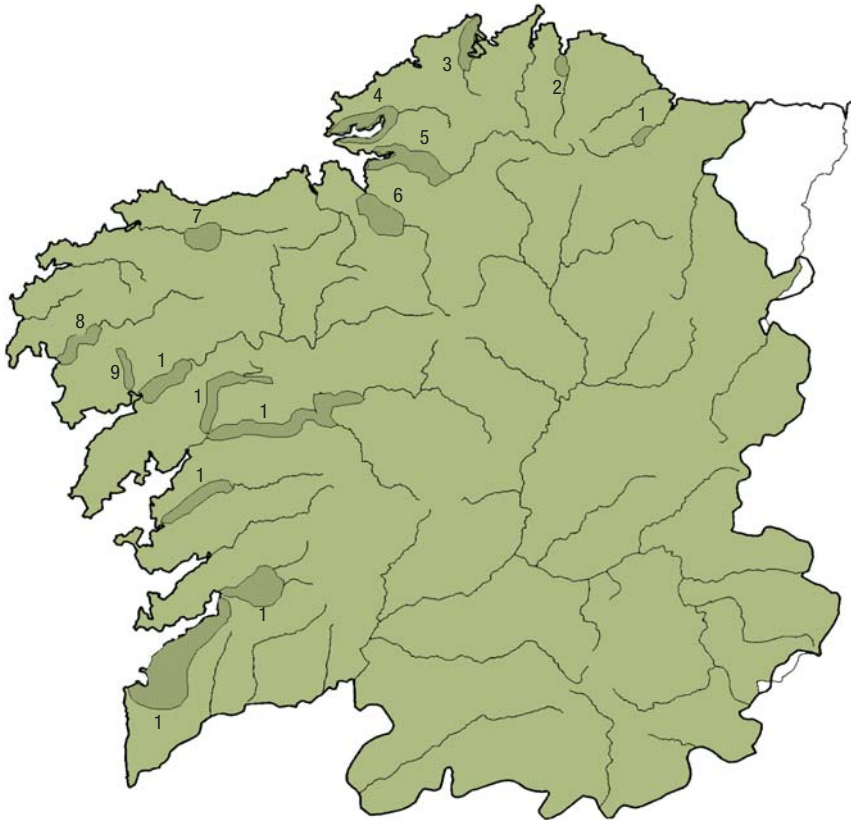
El análisis de los caudales máximos y mínimos de los ríos es una de las tareas fundamentales de la planificación hidrológica. No se puede evaluar racionalmente el riesgo de sequía sin datos sobre caudales mínimos, y no se puede evaluar el riesgo de inundaciones si no se conocen los caudales que, con una cierta probabilidad, pueden ser alcanzados en una cuenca. Se dedican unos párrafos a estos temas, circunscribiéndolos a la provincia de A Coruña.

3.2.1. Caudales máximos

3.2.1.1. Zonas inundables en A Coruña

En Galicia, aunque no con la misma magnitud de otras comunidades españolas, también se producen inundaciones periódicas relacionadas con las avenidas. En algunos casos, representan un papel importante los efectos antrópicos; ejemplo de ello, la influencia de los devastadores incendios forestales que han arrasado en los últimos años grandes extensiones del bosque gallego. Un claro ejemplo de esta situación, fue la observada en el mes de enero del año 1999 en la localidad de Muros y zonas aledañas, donde las considerables precipitaciones provocaron una avenida que causó cuantiosas pérdidas económicas en numerosos inmuebles, vías de comunicación y en la producción marisquera de la zona. En esta avenida, a pesar de las cuantiosas precipitaciones registradas, influyeron también los incendios forestales que tuvieron lugar en la zona pocos meses antes (verano del año

Mapa 3.
Zonas con riesgos de inundación de Galicia-Costa



1998), con la consiguiente pérdida de vegetación y suelo. Como consecuencia, además de las zonas inundadas y pérdidas materiales, fueron transportadas toneladas de sedimentos, lodos y fundamentalmente cenizas, que se depositaron posteriormente en la desembocadura de los ríos afluentes a la ría de Muros.

Entre otras zonas, en las que con frecuencia se observan inundaciones, merece la pena destacar por su incidencia a poblaciones importantes la del río Sar, prácticamente a lo largo de todo su recorrido (Colegiata del Sar, Bertamiráns y Padrón), el río Mero aguas abajo de Cecebre y el río Mandeo en Betanzos.

En el mapa 3 se muestra un resumen del mapa elaborado por la COTOP (1993), en las que se reflejan algunas zonas con riesgos de inundación de Galicia-Costa. Este mapa ha quedado un tanto obsoleto tras las inundaciones del año hidrológico 2000-2001, y, sobre todo, tras las inundaciones del año 2006.

Una relación mucho más exhaustiva de las zonas y municipios afectados por inundaciones se puede encontrar en el Plan sobre Riesgo de Inundaciones en Galicia, elaborado por Protección Civil de Galicia (DOGA, 23 de abril de 2002). En este documento se incorporan las siguientes zonas inundables, para la provincia de A Coruña:

Cuadro 2. Zonas con riesgo de inundación en las cuencas de la vertiente atlántica de Galicia (Galicia-Costa)

Nº	Río/Lugar	Nº	Río/Lugar
1	Río Masma (Mondoñedo y Lorenzana)	9	Río Tines (Outes)
2	Río Landro (Viveiro)	10	Tambre (Curso bajo)
3	Cedeira (As Forcadas)	11	Río Ulla
4	Ferrol (Xubia-Belelle)	12	Río Sar (Padrón-Santiago de Compostela)
5	Río Eume (Pontedeume-Cabanas)	13	Río Umia
6	Río Mandeo	14	Río Verdugo-Oitavén)
7	Río Anllóns (Carballo)	15	Ría de Vigo (Margen izquierda)
8	Río Xallas		

Fuente: COTOP-1993.

Zonas de inundación frecuente: son zonas que se inundan para enchentes de período de retorno de 50 anos. Destacan as seguintes:

- *As zonas ribeiras do río Sar desde o seu nacemento ata a súa desembocadura no río Ulla, con especial incidencia no Concello de Santiago de Compostela.*
- *As ribeiras do Ulla, especialmente na súa desembocadura en Padrón.*
- *As ribeiras do Tambre ó seu paso polo Val do Dubra.*

Zonas de inundación ocasional: son zonas inundables para enchentes de período de retorno entre 50 e 100 anos. Hai que destacar:

- *A zona da Ría de Ferrol que comprende o contorno de Ferrol e o termo municipal de Neda no río Beelle.*
- *Ámbalas marxes do curso baixo do Mandeo, incluíndo o termo municipal de Betanzos na súa desembocadura na ría do mesmo nome.*
- *Curso do río Anllóns ó seu paso por Carballo e Ponteceso.*
- *As zonas ribeirás dos cursos baixos do Tines e o Donas no contorno municipal de Serra de Outes.*

Zonas de inundación excepcional: son aquelas zonas inundables para enchentes de período de retorno entre 100 e 500 anos. Hai que destacar:

- *As zonas ribeirás do río Forcadas, desde o encoro das Forcadas ata a súa desembocadura na ría de Cedeira.*
- *O curso medio do Eume entre os encoros da Ribeira e do Eume.*
- *Ámbalas marxes do río Eume entre o encoro do mesmo nome ata a súa desembocadura en Pontedeume.*
- *As dúas ribeiras do curso baixo do Mero, desde Cambre ata a súa desembocadura no Atlántico.*
- *Ámbalas marxes do Seixedo, desde augas abaixo do encoro do Rosadoiro ata a desembocadura no Atlántico (Arteixo).*
- *Ámbalas marxes do Xallas, desde o encoro de Ferverza ata a súa desembocadura.*
- *O río Tállara no termo municipal de Noia ata a súa desembocadura na ría de Muros e Noia.*
- *Ambas ribeiras do curso baixo do Tambre, desde o encoro de Barrié da Maza ata a súa desembocadura na ría de Muros e Noia.*
- *As ribeiras do curso medio do Ulla, desde o encoro de Portodemouros ata o río Pereiro (Vedra).*

Zonas inundadas polas enchentes do ano 2000-2001

- *Betanzos: zonas próximas ó río Mandeo;*
- *Cambre: augas abaixo do encoro de Cecebre;*
- *Val do Dubra: desbordamento dos ríos Dubra e Tambre ó seu paso polo concello; Oroso (Sigüeiro); concellos de Carnota, Muros, Noia, A Pobra do Caramiñal (e en xeral os da comarca do Barbanza).*
- *Desbordamento do río Sar: concellos de Padrón, Rois, Brión, Ames e Bertamiráns; anegamentos nos concellos de Negreira, Carballo, Tordoia, Zas, Dodro e Arzúa; desbordamento do río Ulla: concellos de Teo, Vedra, A Estrada e Padrón.*

Como puede apreciarse, a pesar de no ser Galicia una zona particularmente sensible en lo que respecta a riesgos hidrológicos, sí hay una serie de zonas que requieren una especial atención.

A este respecto, cabe destacar la labor de Protección Civil, que ha realizado en los últimos años (desde la publicación del plan), una campaña de modelización de los cauces y de estimación de los caudales de avenida y zonas inundables para distintos períodos de retorno.

La Administración hidráulica de Galicia, de acuerdo con la Directiva Marco, debe determinar asimismo los riesgos hidrológicos. La coordinación con Protección Civil, que ya ha avanzado mucho en ese sentido, sería razonable y necesaria.

La plasmación de todos los datos hidrológicos, incluyendo las zonas inundables, en un sistema GIS robusto y contrastado, como la EIEL de la Diputación de A Coruña, sería asimismo muy adecuada.

Se adjuntan a continuación varios mapas que ilustran qué municipios están sujetos a riesgo de inundaciones, según los datos de Protección Civil mencionados.

Cabe destacar que las inundaciones del año 2006, provocadas por lluvias muy intensas sobre cuencas pequeñas, de gran pendiente, y que en general sufrieron el efecto previo de los incendios de verano, ha hecho cambiar sensiblemente el mapa de zonas inundables. De hecho, Protección Civil está modificando su mapa de acuerdo con estas nuevas zonas (Cee, Vilagarcía de Arousa, Oia, Baiona,...). La actualización y el mantenimiento de la información recogida en estos mapas, así como la adopción de medidas para evitar que se sigan dando las inundaciones deberían ser temas prioritarios para las administraciones vinculadas (particularmente Augas de Galicia y Protección Civil).

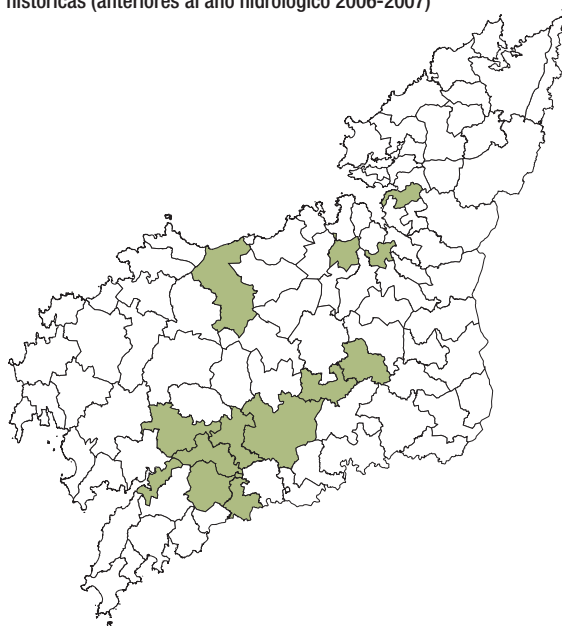
3.2.1.2. Determinación de caudales máximos

A continuación se esboza la metodología usualmente utilizada en la actualidad para la determinación de caudales máximos, basada en series de aforos, y se particulariza para algunas cuencas de la vertiente atlántica de la provincia de A Coruña, según el trabajo realizado por Manuel Álvarez Enjo (1999).

En el campo de los cálculos hidrológicos, son muchas las variables extremas que no pueden pronosticarse, en función de información determinista, con la suficiente agilidad y tiempo de antelación para poder tomar decisiones pertinentes antes de su ocurrencia. En tales casos, se precisa de un enfoque probabilístico con el fin de poder incorporar los efectos de estos fenómenos en la toma de decisiones.

Suponiendo que las ocurrencias de cada uno de los eventos (avenidas) son temporalmente independientes, lo que quiere decir que en el tiempo y en el espacio la magnitud de un evento no guarda relación alguna con los eventos anteriores, es factible emplear el análisis de frecuencia para poder describir la probabilidad de ocurrencia de un evento determinado.

Mapa 4.
Municipios afectados sistemáticamente por inundaciones históricas (anteriores al año hidrológico 2006-2007)



Cuadro 3. Caudales máximos para diferentes períodos de retorno correspondientes a las funciones de distribución GEV y EVI (Gumbel). Y_T: variable reducida (lineal). LS y LI conforman el intervalo de confianza del 90% para los valores obtenidos según la distribución GEV

Río: Tambre Estación: Portomouro						
P, %	T, años	Y _T	EVI MV, m ³ /s	GEV L-Ms, m ³ /s	LS _{90%}	LI _{90%}
0,5	200	5.296	1041,8	882,19	1022,93	805,6
1	100	4.600	939,43	813,99	912,94	757,6
2	50	3.902	836,69	742,31	812,49	699,19
5	20	2.970	699,59	641,31	682,83	610,77
10	10	2.250	593,66	558,89	586,69	533,18
25	4	1.246	445,86	437,08	457,41	411,69
42,9	2,33	0,579	347,66	351,62	371,23	325,4
Río: Dubra Estación: Portomouro						
P, %	T, años	Y _T	EVI MV, m ³ /s	GEV L-Ms, m ³ /s	LS _{90%}	LI _{90%}
0,5	200	5.296	131,02	113,93	132,08	104,02
1	100	4.600	118,35	105,12	117,87	97,82
2	50	3.902	105,63	95,86	104,9	90,28
5	20	2.970	88,66	82,82	88,16	78,86
10	10	2.250	75,55	72,18	75,75	68,84
25	4	1.246	57,25	56,45	59,06	53,16
42,9	2,33	0,579	45,1	45,41	47,93	42,01
Río: Furelos Estación: Puente Barazón						
P, %	T, años	Y _T	EVI MV, m ³ /s	GEV L-Ms, m ³ /s	LS _{90%}	LI _{90%}
0,5	200	5.296	191,36	205,63	238,43	187,77
1	100	4.600	175,13	189,73	212,79	176,59
2	50	3.902	158,84	173,02	189,38	162,97
5	20	2.970	137,09	149,48	159,16	142,36
10	10	2.250	120,3	130,27	136,75	124,28
25	4	1.246	96,86	101,88	106,62	95,96
42,9	2,33	0,579	81,28	81,96	86,53	75,85
Río: Ulla Estación: Santiso						
P, %	T, años	Y _T	EVI MV, m ³ /s	GEV L-Ms, m ³ /s	LS _{90%}	LI _{90%}
0,5	200	5.296	778,62	636,42	737,96	581,17
1	100	4.600	700,94	587,23	658,61	546,54
2	50	3.902	622,96	535,51	586,14	504,41
5	20	2.970	518,91	462,65	492,6	440,62
10	10	2.250	438,53	403,19	423,24	384,64
25	4	1.246	326,35	315,32	329,98	297
42,9	2,33	0,579	251,83	253,67	267,81	234,75
Río: Anllóns Estación: Anllóns						
P, %	T, años	Y _T	EVI MV, m ³ /s	GEV L-Ms, m ³ /s	LS _{90%}	LI _{90%}
0,5	200	5.296	436,94	459,56	532,88	419,66
1	100	4.600	399,17	424,04	475,58	394,66
2	50	3.902	361,25	386,69	423,25	364,23
5	20	2.970	310,65	334,08	355,71	318,17
10	10	2.250	271,56	291,15	305,62	277,75
25	4	1.246	217,02	227,69	238,28	214,46
42,9	2,33	0,579	180,78	183,17	193,39	169,51

Hay que decir que esta hipótesis no es estrictamente cierta, ya que algunos aspectos vinculados a la generación de avenidas, como la humedad del suelo, se prolongan en el tiempo más allá de la duración de una avenida. En el año hidrológico 2000-2001 se dieron varios episodios de avenida que no pueden considerarse independientes, dado que su detonante, además de la lluvia, fue el estado de humedad del suelo, que propició una escorrentía muy por encima de la habitual. Si se considera como dato la avenida máxima anual, sí se puede considerar que la serie obtenida es independiente, ya que la humedad varía ostensiblemente de un año a otro.

En el análisis numérico de frecuencia, las series temporales de los caudales o precipitaciones máximas en una estación determinada son consideradas como una muestra estadística de una población general que puede ser descrita por una función de distribución de probabilidades y el valor de sus parámetros. Sin embargo, el número de parámetros estadísticos que pueden ser definidos con rigor por los datos de la muestra es tanto más limitado cuanto menor sea la muestra (principio de parquedad estadística).

El método clásico de análisis de frecuencia de máximos (uso exclusivo de datos locales de cada una de las estaciones de aforo) se ve en la mayoría de los casos obstaculizado por la falta de series lo suficientemente largas. Esto es especialmente cierto cuando el interés estriba en la estimación de eventos de períodos de retorno considerablemente grandes (1.000 años o más).

En diversos países las restricciones económicas por una parte y el creciente aumento de las infraestructuras hidráulicas por el otro, hacen que cada vez más las redes hidrométricas se vean reducidas drásticamente, lo que evidentemente no facilita en modo alguno el trabajo de las investigaciones hidrológicas. En este sentido, el análisis regional compensa de cierta manera la falta de información, pero introduce al mismo tiempo una dimensión espacial la cual no siempre es bien comprendida. En Galicia la carencia de estaciones de aforo es manifiesta, con lo que el análisis regional es una necesidad.

El análisis regional ha ganado en importancia desde principios de la década de los noventa, y es el camino seguido no sólo en las investigaciones sobre el análisis de frecuencia de las avenidas y las precipitaciones máximas, sino también el aplicado al estudio de otras variables hidrometeorológicas.

El análisis regional de frecuencia consta de dos etapas fundamentales:

- Conformación de grupos de estaciones en una región homogénea.
- Estimación regional de los cuantiles de la avenida en un punto de interés. Los cuantiles son las relaciones entre el máximo asociado a un cierto período de retorno (p.e. 100 años) y el máximo anual.

En función de la disponibilidad de datos dentro de la región de estudio, se distinguen dos caminos en la estimación de los cuantiles de los eventos extremos correspondientes a diferentes períodos de retorno:

- Uso conjunto de datos locales (para el punto de estudio) y regionales.
- Estimación de cuantiles con datos regionales en ausencia de datos locales.

Esta metodología podría extenderse sin dificultad al resto de cuencas de Galicia en las que se cuenta con estación de aforos, y disponer así de un mapa de riesgos de avenida suficientemente documentado. Los períodos de retorno pueden ampliarse, aunque se pierde precisión. En las cuencas sin estación de aforos se puede aplicar asimismo el análisis regional para obtener valores aproximados del caudal de avenida, según se detalla a continuación.

Imagen 1

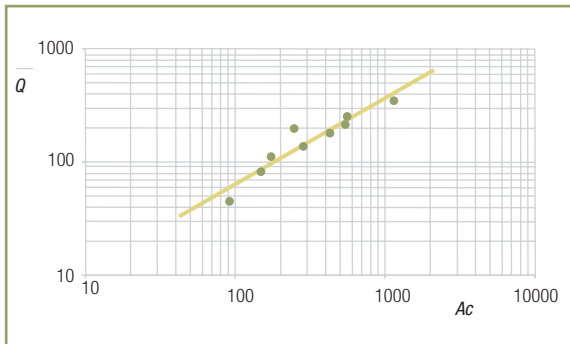


Imagen 2

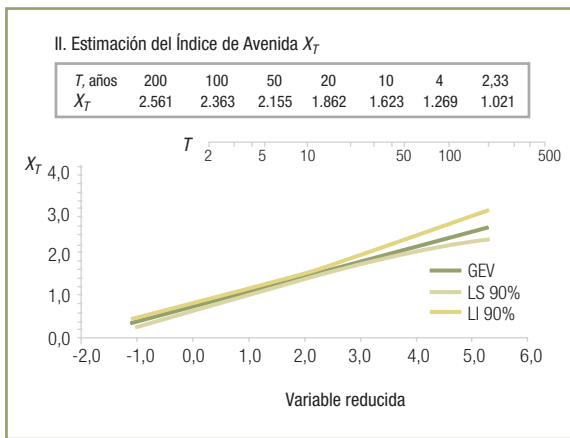
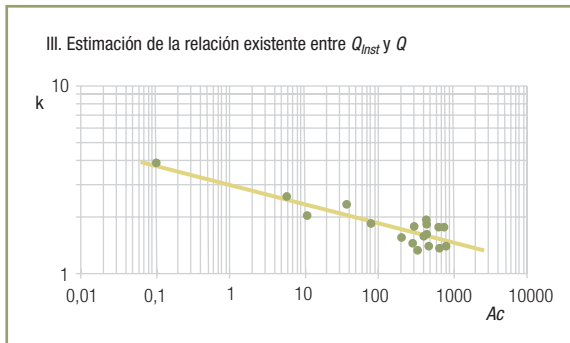


Imagen 3



Para la cuenca atlántica, incluyendo las estaciones mencionadas con anterioridad, Álvarez Enjo, en 1999, realiza en su tesis doctoral un análisis que permite obtener caudales máximos en una cuenca sobre la que no se dispone de estación de aforos. El método tiene los siguientes pasos:

a) Evaluación del caudal máximo medio anual (Q), a partir de la curva siguiente (obtenida del análisis de las estaciones de aforo), que lo vincula con el área de la cuenca.

b) Estimación de los cuantiles para distintos períodos de retorno, a partir de la siguiente tabla. Evaluación del caudal máximo diario asociado a un cierto período de retorno (T) como $Q_T = Q * X_T$

c) Cálculo del caudal máximo instantáneo a partir del caudal máximo diario, a partir de la siguiente curva ($Q_{inst} = Q * k$)

Obviamente, si se dispone de datos reales de cualquiera de los parámetros involucrados, deben usarse en lugar de las curvas, que sólo ofrecen una estimación globalizada. Este método no está calibrado para las cuencas del norte de la provincia, aunque podría extenderse sin dificultad, englobando las estaciones de aforo de esa zona.

Se podría disponer de este modo de un mapa de cuantiles (o caudales máximos) en cada tramo de río. Esta información se puede verter directamente a un sistema GIS, que ofrezca el caudal máximo asociado a un cierto período de retorno sin más que «pinchar» en un punto del río.

Este tipo de análisis sin duda corresponde a la administración hidráulica, y el GIS mencionado, al estilo del de la EIEL, podría estar disponible en la red.

3.2.2. Caudales mínimos

Conceptualmente, y de acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el caudal mínimo se define como el caudal de agua circulante en una

corriente durante un tiempo seco prolongado. Sin embargo, esta definición no hace una clara distinción entre caudales mínimos y sequía.

La sequía hidrológica (la OMM distingue también sequías meteorológicas, atmosféricas y agrícolas) se caracteriza por la reducción del almacenamiento en los embalses y lagos naturales, la disminución de los caudales circulantes en los ríos y la disminución de nivel freático de los acuíferos en vastos territorios durante uno o varios años consecutivos.

A diferencia de la sequía, los caudales mínimos son un fenómeno temporal (por ejemplo: el período de estiaje) y constituye una parte importante del régimen de la escorrentía de

un río. En cambio, la sequía es el resultado de prolongados períodos en los que las precipitaciones están por debajo de sus valores normales. Si bien dentro de las sequías se incluyen los caudales mínimos, del período de estiaje no resulta necesariamente una sequía.

De entre los diferentes factores naturales que afectan el régimen de caudales mínimos en los ríos merece la pena destacar la capacidad de infiltración de los suelos y su distribución dentro de la cuenca, las características hidráulicas de los acuíferos y la potencia de éstos, la contribución basal o subterránea al mantenimiento de los caudales circulantes, las tasas de evapotranspiración sobre la cuenca, el tipo y la distribución de la cubierta vegetal, la topografía y por último, las características climatológicas de la región.

En Galicia los caudales mínimos durante el período de estiaje (normalmente enmarcado entre los meses de julio y septiembre) se mantienen básicamente de la importante contribución de las aguas subterráneas. Esto ocurre debido a que los lechos generalmente interceptan los niveles freáticos en algunos casos y en otros, la abundante red de fracturas constituyen vías de alta permeabilidad que al estar conectadas entre sí facilitan la descarga del flujo basal a los cauces.

Aparte de los impactos antropogénicos indirectos sobre los mecanismos que generan los caudales mínimos (explotación de acuíferos, etc.) se destacan también los impactos directos, causados normalmente por la actividad humana y que se traducen en las captaciones y vertidos desde y hacia las corrientes naturales. Las captaciones directas desde los ríos para usos industriales, agrícolas o municipales disminuyen el caudal circulante aguas abajo de la captación y tienen en especial un marcado efecto sobre los caudales mínimos.

Los efluentes de las industrias y núcleos de población afectan a la composición de los caudales mínimos y su calidad y, en consecuencia, limitan su uso para los núcleos situados aguas abajo. Los caudales de retorno de las áreas agrícolas sometidas a riego pueden constituir en ocasiones una importante contribución a los caudales circulantes, pero pueden afectar también la calidad del medio receptor. Por último, la regulación de los embalses puede aumentar o disminuir indistintamente el régimen de caudales mínimos en función de las reglas de explotación de éstos.

El estudio y el conocimiento de los caudales mínimos se pueden abordar desde la aplicación de diferentes métodos de análisis relacionados entre sí. Ya se ha destacado el papel de las aguas subterráneas en el mantenimiento de los caudales mínimos, por lo que uno de estos métodos se ha de enfocar hacia el estudio de la componente basal de los ríos y su posible relación con los caudales mínimos.

Por otra parte, la aplicación del método de las curvas de duración de los caudales medios diarios es de especial utilidad para la determinación de los suministros potenciales de agua en determinados puntos de la red fluvial en los que se dispone de esta información.

Finalmente, y como complemento a los métodos señalados, el análisis de frecuencia de los caudales mínimos y los períodos de retorno asociados a éstos encuentran gran aplicación en la evaluación de los recursos mínimos garantizados para posibles captaciones destinadas al abasto de agua a los núcleos de población.

3.2.2.1. Métodos para la estimación de caudales mínimos

Estudio de la componente basal de los ríos. Dentro del análisis hidrológico uno de los objetivos fundamentales que se plantea es llegar a comprender la génesis y funcionamiento de los caudales de base de los ríos; es decir, de los caudales que se mantienen en época de estiaje.

La evaluación de la componente basal se suele hacer mediante el empleo de técnicas de descomposición de hidrogramas. En este sentido se recomienda utilizar el programa HYSEP (*Hydrograph Separation*) desarrollado por el *United States Geological Survey*, (USGS). Este modelo permite calcular año tras año dentro de una estación cualquiera, la escorrentía media basal mensual y anual.

Análisis de frecuencia de caudales mínimos. La magnitud de los caudales mínimos, al igual que cualquier otra variable hidrológica, está inversamente relacionada con su frecuencia de ocurrencia, es decir, eventos extremos muy severos como es el caso de los mínimos (máximos) ocurren con menor frecuencia que los eventos más moderados o normales. Esta metodología es similar a la ya apuntada para los caudales máximos.

Un indicador utilizado con frecuencia en la caracterización del régimen de caudales mínimos es el estadístico conocido como 7Q10, que no es más que el caudal mínimo promedio de 7 días consecutivos que ocurre como promedio una vez cada 10 años. El 7Q10 ha sido aplicado por la EPA (*Environmental Protection Agency*) en diferentes estados de los Estados Unidos en estudios de abastecimiento a núcleos de población y de regulación de vertidos a los cauces naturales.

Cuadro 4. Caudales mínimos. Análisis según distintos indicadores

Río	Ac, km ²	7Q	7Q10	7Q10 (P%)	7Q2 (P%)	Q99	Q95	Qo, m ³ /s
SCR	169,00	0,61	0,16	99,73	92,45	0,17	0,34	3,58
Mandeo	248,00	0,71	0,38	98,97	94,86	0,40	0,64	4,16
Xubia	108,00	0,36	0,16	99,71	96,72	0,23	0,38	2,55
Ulla	564,00	1,31	0,70	99,11	91,43	0,72	0,91	8,57
Furelos	150,00	0,52	0,23	98,29	93,13	0,17	0,35	3,55
Mero	277,00	0,71	0,38	95,87	91,73	0,07	0,48	3,64
Mera	102,00	0,39	0,17	99,41	94,06	0,20	0,29	2,90
Tambre	1.145,00	3,47	0,16	98,46	96,72	1,17	3,78	25,55
Anllóns	432,00	1,54	0,68	99,60	95,69	0,84	1,61	7,12
Dubra	93,00	0,69	0,30	99,31	90,70	0,37	0,56	2,60

Imagen 4

Estimador 7Q de caudales mínimos. Regresión a partir de datos obtenidos de las estaciones de aforo de A Coruña

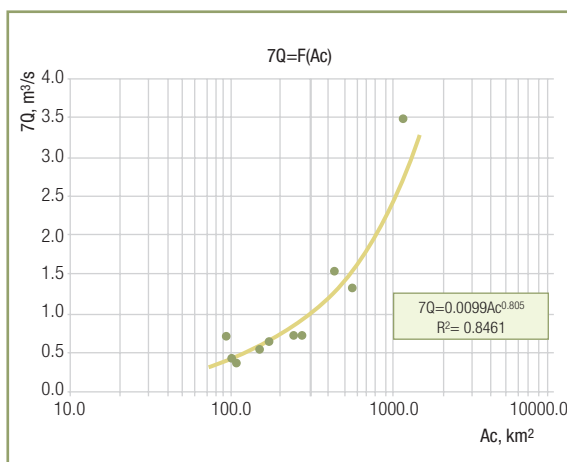
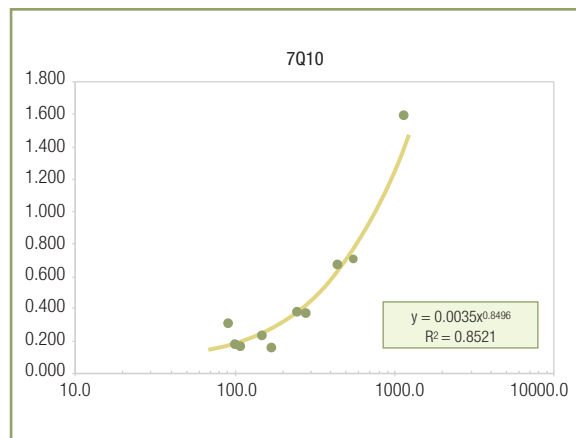


Imagen 5

Estimador 7Q10 de caudales mínimos. Regresión a partir de datos obtenidos de las estaciones de aforo de A Coruña. Relación con el área de la cuenca



En el presente Plan se presentan, además del 7Q10, las series anuales formadas por el promedio valor mínimo muestral dentro de cada año de los caudales mínimos promedios de 7 días (7Q), el valor 7Q2 (correspondiente a 2 años de período de retorno) y el caudal medio (Q_0), todo ello para las estaciones de aforo disponibles.

A modo de comparación, se presentan también los cuantiles 99 y 95 dentro de la curva de caudales clasificados.

Si se considera la relación entre estos indicadores y el área de la cuenca, se puede disponer de una curva de regresión, que permita estimar los caudales mínimos para cuencas no aforadas, en función de su superficie.

Como se puede observar existe una clara tendencia en el funcionamiento de los distintos cauces. Las curvas presentadas pueden utilizarse para estimar los caudales de protección de los ríos (caudales de estiaje extremo).

Cualquier extracción de caudal de un cauce, para usos consuntivos o derivaciones, debe contemplar el hecho de que en ciertas épocas del año los caudales alcanzan estos mínimos, y que, por tanto, el caudal a utilizar es la diferencia entre estos valores y el caudal ecológico.

Dado un tramo de río, se pueden así acotar las presiones máximas admisibles, conociendo el régimen de caudales ecológicos impuesto.

4. Grado de explotación de los ríos de A Coruña

4.1. Grandes presas

Las grandes presas son infraestructuras con una doble vertiente: por un lado ocasionan un evidente impacto ambiental, por lo que su implantación debe ser cuidadosamente estudiada, lo que históricamente no siempre se ha cumplido. Por otro lado, ocasionan un claro beneficio al proporcionar seguridad frente a las avenidas naturales del río (laminaación de las avenidas) y al cumplir con los propósitos de abastecimiento, regadío o uso industrial para el que fueron proyectadas.

En función de la zona geográfica, las presas cumplen mayoritariamente con unos u otros objetivos. En el levante español las presas son esencialmente infraestructuras orientadas al regadío. En Galicia las presas son esencialmente hidroeléctricas. En la provincia de A Coruña existen registradas las presas que aparecen recogidas en el cuadro 5.

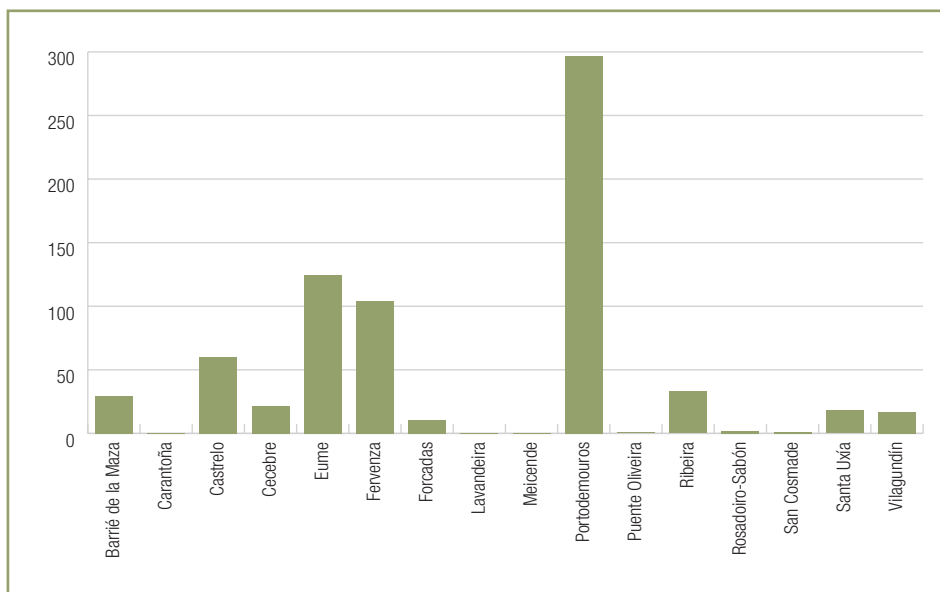
A pesar de que la Ley de Aguas impone una prelación de usos que potencia el abastecimiento, y que podría inducir a pensar que cualquier presa puede reconvertirse en una presa de abastecimiento, esto no es así en la realidad, ya que las conducciones desde las presas hasta los núcleos de consumo sólo están trazadas en las presas propiamente destinadas al abastecimiento, con lo que las presas hidroeléctricas tienen de hecho restringida su aplicación a ese uso.

Lo cierto es que a pesar de contar con un volumen de embalse bastante elevado, el embalse útil para el

Cuadro 5. Presas existentes en la provincia de A Coruña

Nombre	Municipio	Capacidad (hm ³)	Uso
Barrié de la Maza	Brión-Negreira	29,37	Energía
Carantoña	Vimianzo	0,1	Energía
Castrelo	Dumbría	60	Energía
Cecebre	Betanzos	21,6	Abastecimiento
Eume	A Capela-Monfero	124,41	Energía
Fervenza	Zas-Mazaricos-Dumbría	104	Energía
Forcadas	Valdoviño	10,71	Abastecimiento
Lavandeira	Vimianzo	0,3	Industrial
Meicende	Arteixo	0,5	Industrial
Portodemouros	Arzúa-Lalín-Golada	297	Energía
Puente Oliveira	Mazaricos-Dumbría	0,7	Energía
Ribeira	As Pontes	33	Energía
Rosadoiro-Sabón	Arteixo	2	Abastecimiento
San Cosmade	Ordes	1,4	Industrial
Santa Uxía	Dumbría	18	Energía
Vilagundín	Tordoia	16,53	Industrial

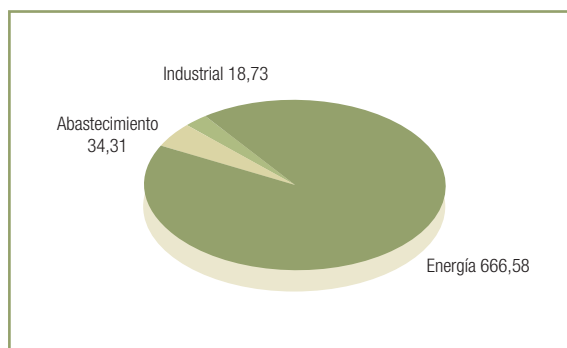
Gráfico 1
Capacidad de las presas de la provincia de A Coruña (hm³)



Cuadro 6. Clasificación de presas de la provincia de A Coruña

Nombre	Municipio	Capacidad (hm ³)	Uso
Barrié de la Maza	Brión-Negreira	29,4	Energía
Carantoña	Vimianzo	0,1	Energía
Castrelo	Dumbría	60,0	Energía
Cecebre	Betanzos	21,6	Abastecimiento
Eume	A Capela-Monfero	124,4	Energía
Ferrenza	Zas-Mazaricos-Dumbría	104,0	Energía
Forcadas	Valdoviño	10,7	Abastecimiento
Lavandeira	Vimianzo	0,3	Industrial
Meicende	Arteixo	0,5	Industrial
Portodemouros	Arzúa-Lalín-Golada	297,0	Energía
Puente Oliveira	Mazaricos-Dumbría	0,7	Energía
Ribeira	As Pontes	33,0	Energía
Rosadoiro-Sabón	Arteixo	2,0	Abastecimiento
San Cosmade	Ordes	1,4	Industrial
Santa Uxía	Dumbría	18,0	Energía
Vilagundín	Tordoia	16,5	Industrial

Gráfico 2
Volumen de embalse (hm³) según usos



abastecimiento es muy pequeño, lo que ocasiona carencias o potenciales problemas en zonas como el área metropolitana de A Coruña, cuya fuente de distribución, el embalse de Cecebre, es muy pequeña.

Existen iniciativas para reconvertir algunos embalses, como los del Eume o Ribeira, en núcleos de abastecimiento. Estas iniciativas deben ser estudiadas. Hay que analizar asimismo la necesidad de reforzar el sistema de regulación del área metropolitana de A Coruña.

Algunas de las presas de A Coruña ya han sido clasificadas de acuerdo con la Directriz Básica de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones. La relación incluida en el Plan de Inundaciones de Galicia (Protección Civil, 2002) aparece en el cuadro 6.

Es de suponer que en sucesivos planes se complete la relación.

4.1.1. Efectos ambientales de las presas

Antes de comentar los efectos que las actuaciones humanas tienen sobre el medio acuático fluvial, conviene hacer algunas precisiones:

- Las presas de embalse no son las únicas actuaciones humanas que afectan a los cauces, otras actuaciones como el reperfilado o dragado de ríos, canalizaciones o encauzamientos, cortas de meandros, etc, tienen o pueden tener un efecto tan negativo como las presas.
- Hay que distinguir entre presas con capacidad de embalse o presas sin capacidad de embalse. Las primeras generan grandes efectos aguas abajo y aguas arriba y cambian completamente la morfología fluvial; las presas sin capacidad de embalse, presas pequeñas y azudes son un obstáculo al paso de los peces, pero no dan lugar a ecosistemas lacustres ni modifican sustancialmente la calidad del agua.

Hay que distinguir entre los usos de los embalses. Los embalses de uso consuntivo (agricultura, abastecimiento a poblaciones) merman el caudal del río en términos absolutos. Los usos no consuntivos no suponen una disminución del caudal (salvo pérdidas por evaporación) pero el régimen de caudales en el río se altera sustancialmente.

Centrando el estudio en el ámbito del efecto de las presas, el primer concepto que conviene fijar es el de regulación. Regular un río es interponer una serie de obstrucciones físicas (presas de embalse) que modifican su régimen de caudales. Los ríos tienen regímenes de caudales variables a lo largo de un año medio (épocas de caudales altos y estiajes) y variaciones en las aportaciones anuales (años secos y húmedos), así como episodios extremos (crecidas o avenidas).

Las actividades humanas que requieren el uso del agua del río tienen en general un régimen de demandas distinto del natural. Los aprovechamientos hidroeléctricos, por ejemplo, exigen un régimen diario de caudales donde los máximos se darán en las horas pico de producción y los mínimos en las horas valle. Los abastecimientos de agua y los regadíos tienen también su propia dinámica, distinta de la natural. Las presas cuyo fin es la laminación de avenidas rompen el tránsito hacia aguas abajo de la avenida, modificando de nuevo el régimen natural.

La función de la regulación es, de este modo, adecuar el régimen fluvial a las necesidades humanas, lo que en algunos casos tiene un efecto beneficioso o no negativo para el entorno (por ejemplo, evitar el tránsito de una avenida no parece negativo, aunque hay teóricos de la ecología que defienden que todo proceso natural, aún los catastróficos, deben ser respetados —incendios naturales, inundaciones,...—), y en otros genera disfunciones cuya incidencia conviene acotar (efecto de la suelta de grandes caudales durante el día y caudales escasos durante la noche en el caso de la regulación hidroeléctrica).

Adicionalmente, la acumulación de grandes masas de agua en el embalse genera alteraciones tanto en la calidad (contenido en oxígeno, nutrientes, ...) como en parámetros físicos (temperatura) que inciden en el grado de acomodo de la fauna y la flora.

Así, los principales efectos sobre el medio acuático de la regulación se podrían agrupar en los siguientes puntos:

- Se altera el régimen de caudales, con posible pérdida neta de agua.
- Se altera la fenomenología natural (ciclos invierno-verano, caudales extremos).
- Se alteran las temperaturas y la calidad del agua del río, tanto aguas arriba, como aguas abajo.

La necesidad de regulación depende de las características de cada zona geográfica. Acuíferos subterráneos y lagos naturales son elementos de regulación natural cuya abundancia permite prescindir en cierta medida de la regulación artificial. Hay países cuya regulación natural anual supone más del 50% de su aportación media. En nuestro país esa regulación no alcanza el 10%, lo que impone la necesidad de construir presas. De hecho, España es uno de los países con mayor cantidad de presas, y una potencia reconocida en su construcción.

El efecto de la regulación de los embalses sobre la fauna piscícola se puede resumir, sin afán de ser exhaustivo, en los siguientes apartados:

Efecto sobre los migradores

Tanto si la presa genera un embalse aguas arriba como si no lo hace, constituye una barrera al paso de las especies migratorias. Tanto si la migración tiene por objeto la freza (especies anádromas, como por ejemplo los salmones) como si es en período de alevinaje (especies catádromas, anguilas por ejemplo), se interrumpe una actividad vital en un momento muy determinado del ciclo de producción. La disposición de pasos para peces está limitada por diversos factores, que se comentarán con posterioridad. Se apunta no obstante que en presas cuyo embalse tiene una variación de alturas importante y en presas de gran altura la disposición de estos pasos no es trivial, hasta el punto de que en muchos casos es imposible garantizar su funcionalidad. Las presas en cauces bajos han hecho desaparecer especies completas de los ríos (salmón, reo,...). Incluso las presas dotadas de dispositivos de paso para peces tienen un cierto porcentaje de eficacia, lo que hace que el encañamiento de este tipo de presas redunde en una reducción de la fauna piscícola.

Efecto aguas arriba de las presas

Una gran presa afecta a todo un sistema de ríos y afluentes. El agua se remansa en los embalses, lo que lleva a que unas especies (reófilas, especies que necesitan agua con cierta velocidad para su correcto desarrollo) se reduzcan o desaparezcan mientras que otras (leníticas, especies que se desarrollan mejor en aguas calmadas) pueden incluso prosperar en el nuevo medio. En los embalses con estratificación los peces sólo viven en la parte superior, donde se concentra el oxígeno y donde las temperaturas son muy altas; esto de nuevo favorece a las especies termófilas en detrimento de las criófilas (por ejemplo las truchas) que prefieren temperaturas algo menores.

Efecto aguas abajo de las presas

Baja la biodiversidad en general, aunque algunas especies pueden crecer. El flujo de sólidos del río se ve muy afectado por la interposición del obstáculo, lo que afecta al ecosistema. La temperatura y la calidad del agua efluente dependen de la cota de la toma del embalse. En un embalse con estratificación y toma baja se pueden dar en verano temperaturas en el agua muy inferiores a las que le corresponderían de modo natural, y sus contenidos en oxígeno serán asimismo muy inferiores.

Con objeto de paliar los efectos perniciosos de la regulación se debe establecer un programa de estudios acerca del impacto de la estructura sobre el cauce. Este estudio debe cubrir varios aspectos, de los que aquí sólo se mencionarán dos, específicos y necesarios:

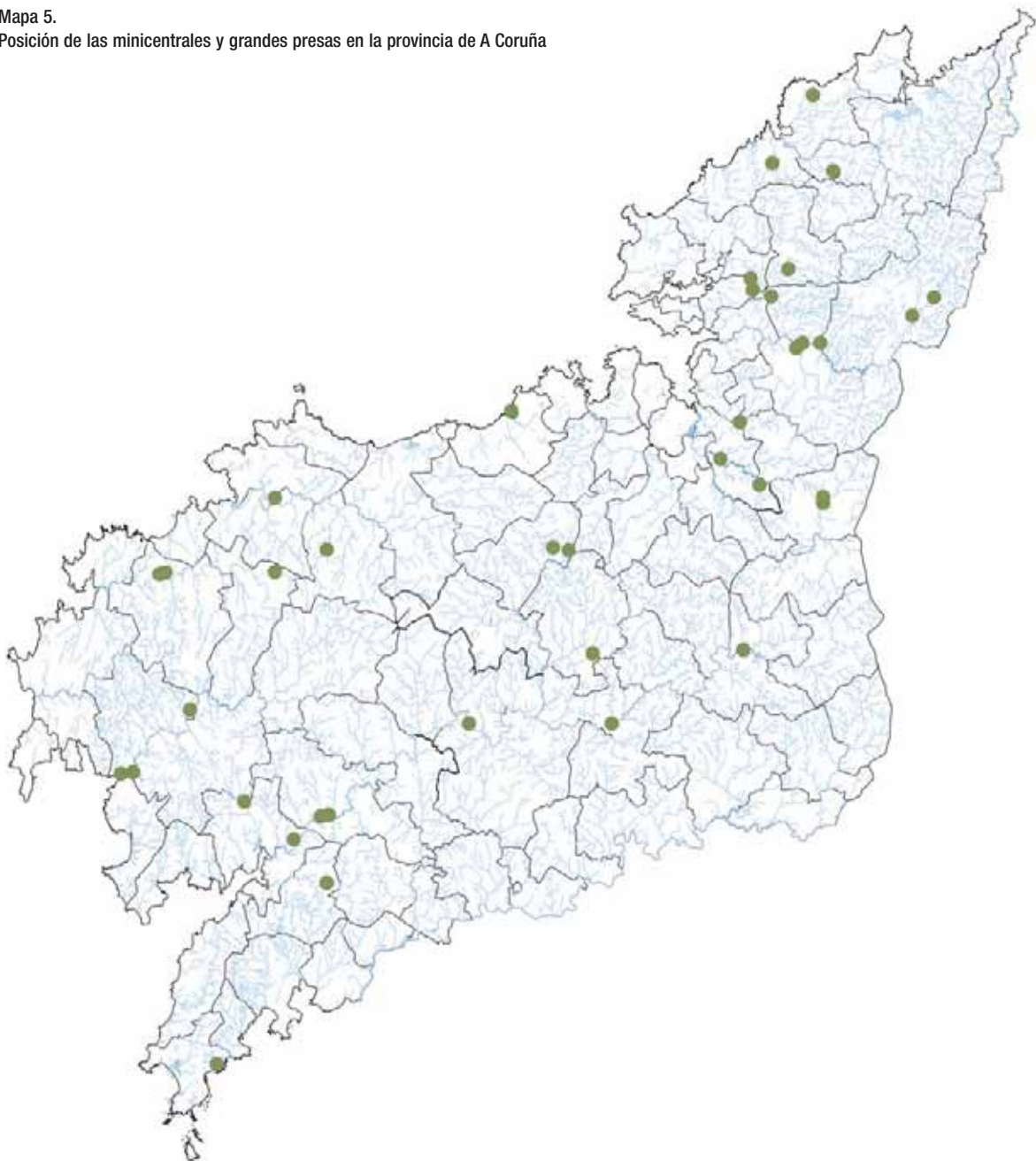
- Determinación de los caudales ecológicos.
- Restablecimiento de la movilidad de los migradores, allá donde sea posible.
- Estos puntos se desarrollarán en un apartado posterior.

4.2. Pequeños aprovechamientos hidroeléctricos

Las centrales eléctricas de pequeña potencia (minicentrales) conllevan una serie de afecciones medioambientales, que pueden resumirse en dos efectos principales:

- Suponen un obstáculo para los migradores, ya que incorporan azudes de toma que son, salvo que se articulen medidas, obstáculos infranqueables para la fauna piscícola.
- Suponen una merma notable del caudal de los ríos en el tramo entre la toma y la central. Este tramo, que suele tener varios kilómetros de longitud, debe analizarse para determinar cuál es el régimen de caudales que permiten mantener la biomasa y la biodiversidad en niveles aceptables.

Mapa 5.
Posición de las minicentrales y grandes presas en la provincia de A Coruña



Cuadro 7. Aprovechamientos hidroeléctricos en explotación. Actualización el 22 de septiembre de 2005

5/244/2/3	Furelos	C. H. de Portodiz	Hidroeléctrica Lumymey
5/244/7/4	Furelos	C. H. de Portochao	Hidroeléctrica Lumymey
5/244/27	Toxa	C. H. de Merza	Fomensa Hispania
5/244/28	Deza	C. H. de Carboeiro	Fomensa Hispania
5/244/32	Arnego	C. H. Del Arnego	Hidroeléctrica Puente Vilaríño
5/244/33	Ulla	Portodemouros	Unión Fenosa Generación
5/244/33	Ulla	Portodemouros-Q Ecológico	Unión Fenosa Generación
5/244/35	Pambre	C. H. Del Pambre	Manuel Taboada Fernández
5/244/36	Abella	C. H. Castelo Hidroeléctrica	Hidroeléctrica de Lalín
5/244/40	Rodeiro	C. H. de Porta-Ríos Ferradás G	Ferradas Gómez, Horacio
P0/79/98	Liñares	Salto de A Devesa	Cortizo Hidroeléctricas
6/201/3	Tines	C. H. de Santabaia	Cortizo Hidroeléctricas
6/204/4/2	Samo	Salto de Samo	Botana Suárez, José María
6/204/18	Tambre	San Pedro de Mezonzo	Unión Fenosa Generación
6/204/19	Tambre	Salto del Tambre, II	Unión Fenosa Generación
6/204/19	Tambre	Salto del Tambre, I	Unión Fenosa Generación
6/204/19	Tambre	Salto del Tambre, III	Unión Fenosa Generación
6/204/23	Tambre	C. H. de Fecha	Unión Fenosa Generación
6/204/26	Tambre	A. H. Río Corzán	Hidroeléctrica de Arnoya
6/208/5	Corzán	Salto de Vilacoba	Salto de Vilacoba
7/184/4	Vilacoba	Santa Uxía Salto	Ferroatlántica S.L. y Caixa Galicia
7/184/4	Xallas	Ampliación Santa Uxía	Ferroatlántica S.L. y Caixa Galicia
7/184/5	Xallas	Salto de Castrelo	Ferroatlántica S.L. y Caixa Galicia
7/184/6	Xallas	C. H. de Ferverza	Ferroatlántica S.L. y Caixa Galicia
7/184/7	Xallas	C. H. de Ponte Olveira	Ferroatlántica S.L. y Caixa Galicia
9/163/6	Grande	C. H. de Foxo	Sousa Pérez, Rosa
9/163/7	Grande	Salto de Carantoña	Ferroatlántica
10/149/9	Anllóns	C. H. de Corcoesto	Unión Fenosa Generación
10/149/11	Anllóns	C. H. de Anllóns	Unión Fenosa Generación
10/149/12	Calvar	C. H. de Batán	Valle Paz, Sergio
12/109/2	Lambre	C. H. de Güimil	Unión Fenosa Generación
12/111/8	Mandeo	C. H. Mandeo-Zarzo	Unión Fenosa Generación
12/111/8	Zarzo	C. H. Mandeo-Zarzo	Unión Fenosa Generación
12/111/9	Mandeo	C. H. La Castellana	Unión Fenosa Generación
12/111/10	Gambas	Minicentral de Barreiro	Norvento Hidráulica
12/111/12	Vexo	C. H. de Ferverzas	Técnicos Asociados Galegos
AC/73/98	Mandeo	Salto de Gomil	Unión Fenosa Generación
13/101/4/3	Eume	Presa da Ribeira	Endesa Generación
13/101/9	Eume	Salto del Eume	Endesa Generación
13/101/12	San Bartolomé	C. H. de San Bartolo	Hidroeléctrica del Zarzo
13/101/10	Eume	A. H. en el río Eume	Plásticos Ferro, S.L.
14/088/1/1	Castro	C. H. del Narahío	Loureiro Seco, Luis
14/089/1/3	Belelle	C. H. de Ferverza	Unión Fenosa Generación
14/089/1/4	Belelle	Central de Cabalar	Eléctrica del Cabalar Generación
14/069/4/2	Forcadas	C. H. de Ferrerías	Hidroeléctrica del Forcadas
15/053/2/3	Pombeiro	C. H. de Pombeiro	Hidroeléctrica del Pombeiro
15/065/1/2	Condominas	C. H. de Chimparra	Unión Fenosa Generación

Es cierto que los efectos comentados no son privativos de las minicentrales, por lo que otras obras de derivación, como tomas para riego, para acuicultura, etc., deben tener un tratamiento similar. Con todo, las minicentrales, por su proliferación y por los caudales derivados suponen la clase mayoritaria en este tipo de afecciones.

Se presenta en el mapa 5 y en el cuadro 7 la posición de las minicentrales y grandes presas en A Coruña, donde se percibe qué tramos de río quedan privados de la libre circulación de migradores.

4.3. Adecuación y zonificación de tramos de río en función de su potencial aprovechamiento por los migradores

En los mapas anteriores se indican las cuencas y tramos de río afectados por presas y minicentrales.

Como se puede apreciar, la gran mayoría de los ríos han quedado cerrados a la circulación de los grandes migradores (salmones), aunque quedan algunos cursos fluviales (Mera, Sor, Castro, Xubia,...) sin afecciones relevantes.

Sería muy procedente realizar una zonificación de los ríos, indicando cuáles son los tramos útiles en la actualidad para la circulación de los grandes migradores, y qué obras serían pertinentes para ampliar las zonas de libre circulación.

En aquellos tramos aptos para la migración debería realizarse un esfuerzo de adecuación de los ríos, eliminando obstáculos naturales, creando zonas de freza y realizando una campaña de repoblación con especies autóctonas, de modo que se vuelva a crear entre los migradores una «querencia» hacia unos ríos que hace años fueron muy transitados por los salmones.

En los tramos afectados por minicentrales o embalses, y que difícilmente podrán abrirse a la circulación de grandes migradores, se debe considerar la definición de zonas de migración de truchas u otras especies de agua dulce, creando espacios de circulación suficientemente grandes. Este tipo de especies también genera riqueza y potencia los valores medioambientales de los cauces. Se debe trabajar en la línea de abrir los ríos a las distintas especies, potenciando las autóctonas y huyendo de importaciones que pongan en riesgo el equilibrio ecológico de nuestros cauces.

Tanto en lo que respecta a las grandes presas como a pequeñas tomas de derivación, es fundamental mantener en el río un régimen de caudales compatible con el ecosistema, tanto en aquellos casos en que se mantenga con buenos estándares de calidad como en aquellos en que se halle degradado pero se pueda recuperar. Para ello, hay que determinar el régimen de caudales ecológicos adecuado a cada tramo de río. Esto no es sólo un deseo: es una imposición de la Directiva Marco.

Adicionalmente, hay que analizar cada uno de los ríos, inventariar sus obstáculos, naturales y artificiales, y eliminar aquellos que sean obsoletos o ilegales.

Los obstáculos que no puedan ser eliminados deben ser dotados de dispositivos que permitan, del mejor modo posible, la circulación de los migradores. En el caso de ríos con obstáculos naturales infranqueables, deben ejecutarse actuaciones para permitir la circulación de migradores por éstos, adoptando así una política proactiva de potenciación de la repoblación piscícola.

Conviene destacar que la riqueza piscícola de los ríos es importante incluso en términos económicos. Zonas geográficas como Escocia, British Columbia o Noruega cuentan los

recursos piscícolas como una parte importante de sus recursos económicos. Galicia ha dilapidado ese potencial (que tenía en una medida similar a las regiones comentadas) en los últimos decenios, y urge recuperarlo.

El establecer zonas de libre circulación, la creación de frezaderos artificiales allá donde se hayan degradado los naturales, y, en definitiva, la revitalización de los ríos es importante y un elemento básico para reactivar otros motores económicos, como el turismo.

Es de destacar que la Xunta de Galicia, competente en este ámbito, está realizando grandes esfuerzos en este sentido, por lo que la coordinación con la Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible, o simplemente el apoyo a su trabajo, son líneas por las que conviene seguir en estas iniciativas. La Diputación de A Coruña sí puede impulsar políticas de difusión y análisis de los resultados, o de detección de zonas conflictivas.

4.4. Determinación de caudales ecológicos

Se define el caudal ecológico como aquél que mantiene la población natural del río y sus indicadores biológicos, por debajo del cual se da una disminución de los estándares.

No se puede en rigor hablar de un caudal ecológico sino de un régimen de caudales a lo largo del año: los ciclos biológicos tienen una interacción con los hidrológicos, de modo que las épocas de caudales altos o bajos corresponden a épocas en que se producen ciertos procesos (migraciones, freza,...). Incluso las avenidas (quizás no las extremas pero sí las moderadas (con frecuencias anuales o de ese orden) tienen un efecto de limpieza de cauces, arrastrando los limos.

El cálculo de caudales ecológicos es preceptivo al realizar actuaciones en los ríos. Los órganos de decisión acerca de estos cálculos son las administraciones hidráulicas de cuenca (o las administraciones descentralizadas *ad-hoc* para los ríos con competencias transferidas a las comunidades autónomas). No existe un acuerdo global a nivel estatal sobre cómo se debe calcular el caudal ecológico. Las distintas administraciones han escogido distintas metodologías.

En Galicia, la Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible, competente en este campo, ha optado por una metodología basada en la conservación del hábitat piscícola, frente a otras administraciones han optado por métodos basados en el régimen estadístico de caudales de los ríos. La metodología impuesta en Galicia es la más extendida a nivel mundial, y es, bien aplicada, garantista con el medio ambiente. Se conoce como metodología IFIM. Las siglas IFIM corresponden a *Instream Flow Incremental Methodology*, es una metodología desarrollada en los Estados Unidos cuyas bases se recogen en Stalnaker, (1995). No se trata de un método cerrado, sino de un modo de trabajar basado en la preservación de los hábitats de las especies piscícolas dominantes.

4.5. Dispositivos de paso para peces

El objetivo de estos pasos es la libre circulación de los peces a lo largo del cauce, en la medida que esto sea posible. El concepto de libre circulación está asociado a ambos sentidos (hacia aguas arriba y hacia aguas abajo) y a las necesidades de realizar estos itinerarios por parte de los peces en función de las épocas del año y las fases de desarrollo (épocas de freza, alevinaje,...).

La interposición de un obstáculo (natural o más habitualmente artificial) puede hacer que un río potencialmente rico en especies migratorias (salmón, reo,...) deje de serlo, por la imposibilidad física de los peces de superarlo. El diseño de una escala o un dispositivo de paso para peces debe garantizar que las especies que potencialmente puedan migrar por el río lo hagan en todos sus tránsitos y sin una excesiva merma de su calidad de vida. En algunos casos esto no será posible, bien porque se trata de un gran embalse, lo que hace que los tránsitos hacia aguas abajo sean dificultosos, sobre todo si el nivel del embalse es variable, bien porque la acumulación de obstáculos en un tramo generará un grado de agotamiento que hará que el porcentaje de peces que llegan al último tramo del río sea muy escaso. Así, no debe considerarse el paso como una estructura aislada ni estandarizada, sino muy sensible a su ubicación y a su entorno.

Los pasos para peces se diseñan para una especie en concreto, o atendiendo a la biodiversidad de la zona para la especie más restrictiva, y, dentro de cada especie, para distintas etapas de desarrollo. Si se considera que el paso será utilizado fundamentalmente para la migración de salmones adultos que remontan buscando frezaderos, el tipo de paso será distinto que si se considera una migración de juveniles. Se debe estudiar el río antes de definir el paso.

Los pasos para peces son estructuras artificiales, extrañas para el pez, y se debe mino- rar el grado de inquietud o extrañeza que sufrirá el pez. Factores como cambios en la ilu- minación, en la temperatura o en el olor son detectados por el pez como extraños y pueden inhibirlo a atravesar el paso. Otros factores de índole hidráulica como calados excesiva- mente bajos o velocidades excesivamente altas pueden imposibilitar físicamente el ascenso del pez.

Un último apunte general se refiere a la entrada del paso. Los peces no tienen concien- cia de la existencia del mismo, no lo buscan y no lo reconocen. Se debe forzar de modo natural al pez a entrar en la escala, y el único modo de hacerlo es adecuar la entrada a los modos de comportamiento del pez.

Las escalas cuyas entradas están aguas abajo del obstáculo suelen ser inútiles, ya que el pez tiene una tendencia natural a remontar el río lo más que puede, con lo que pasará de largo la entrada sin reparar en ella y no volverá a buscarla ya que no es consciente de que exista. Así pues, hay que situar la escala lo más aguas arriba posible, allá donde el río acaba y comienza el obstáculo.

Si el río es muy ancho, los peces suelen preferir circular cerca de las orillas y sólo un pequeño porcentaje lo hace por el centro. Incluso las orillas, al no ser el río un canal de geometría perfecta, se ven diferenciadas en cuanto al grado de preferencia de los peces: así, es posible que todos circulen preferencialmente por una de ellas, debido por ejemplo a que su régimen de calados o velocidades es más acorde a sus preferencias. Es fundamen- tal saber cuál es la orilla escogida por éstos, y prever si tras la obra lo seguirá siendo. El paso debe situarse preferentemente en la zona por donde los peces suelen o mejor solían pasar: si es preciso se deben hacer dos escalas, en ambas orillas (nunca una en el centro). Si por imperativos del proyecto la escala debe estar en una ubicación distinta, se deben prever dispositivos de acompañamiento (barras de arena, por ejemplo) que induzcan al pez a ir hacia la entrada.

Se distinguen tres tipos fundamentales de pasos para peces:

- Escalas
- Esclusas
- Ascensores

Sin la menor duda, son las escalas las que se utilizan preferentemente, fundamentalmente en azudes o pequeñas presas. Este tipo de dispositivos no es aplicable a presas de gran altura, ya que el pez debe hacer un gran esfuerzo para remontarlos. En presas de ciertas dimensiones, las esclusas y sobre todo los ascensores son los medios más utilizados, aunque en la mayoría de los casos con rendimientos muy cuestionables.

Debe entenderse que los peces adaptados a aguas de bajo calado y alta velocidad no se desenvuelven bien en los embalses, por lo que de nada sirve permitirles el acceso a ellos para que sean devorados por especies mejor adaptadas. Los grandes embalses suponen barreras infranqueables, y dividen el río en zonas estancas. La proliferación de embalses en cascada modifica el régimen de velocidades y calados, y por tanto el tipo de especies mejor adaptadas para sobrevivir en ellos.