

## 2. CARACTERIZACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA

### 2.1. Introducción

La labor de caracterización, necesaria para identificar y tipificar las masas de agua superficial y subterránea se ha realizado abordando separadamente el trabajo para las distintas categorías: ríos, lagos, aguas de transición y aguas costeras; y por otra parte las subterráneas. El método de trabajo seguido en cada caso ha consistido en identificar las líneas o polígonos que reflejan en un sistema de base de datos georreferenciado la traza de las entidades geográficas que se desea estudiar, atendiendo a los objetivos perseguidos por la Directiva. Una vez identificados se han llevado a cabo los trabajos de tipificación, que se presentarán en capítulos posteriores.

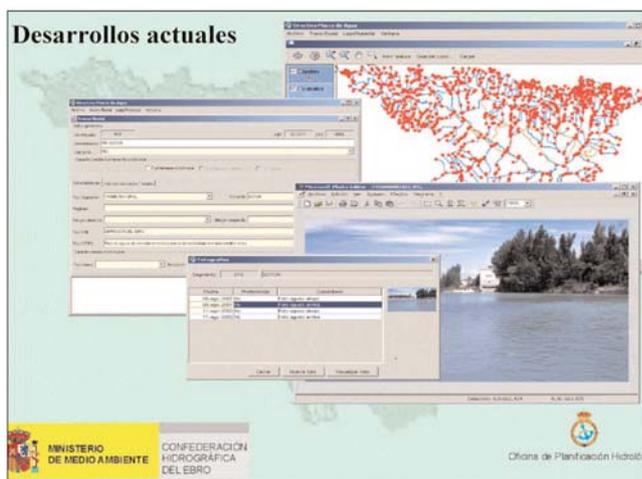


Fig. 2.1. Algunas de las pantallas ofrecidas por el cliente de la aplicación que soporta la implantación de la Directiva Marco del Agua en la demarcación del Ebro.

Los resultados que aquí se presentan son el resultado de distintas líneas de estudio y de trabajo dirigidas a facilitar la implantación de la DMA en la demarcación hidrográfica del Ebro. Dichos trabajos se iniciaron incluso antes de la aprobación de la Directiva (sirvan como ejemplo CHE, 1998b o CHE 1999a) participando en ellos distintos equipos técnicos de las Universidades de Zaragoza, Barcelona y el País Vasco, del CEDEX, del Ministerio de Medio Ambiente y de empresas colaboradoras. También ha sido muy destacable la participación de los equipos técnicos de las comunidades autónomas; así por ejemplo, el apartado dedicado a las aguas costeras procede íntegramente de información facilitada por la Agencia Catalana del

Agua, estando pendiente su confrontación y ajuste con la documentación que elabora la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente, de la que no se ha podido disponer a la hora de cerrar la edición de este informe.

Los resultados de toda la labor realizada y en realización se van concretando, almacenando y acumulando en un sistema de información (DMA-Ebro), construido de acuerdo con las recomendaciones que ofrece a este respecto el documento guía sobre GIS (CE, 2002a).

Este sistema se ha creado siguiendo una arquitectura de tipo cliente-servidor. La parte servidora está constituida por una base de datos montada sobre *Oracle 8i spatial*, con un modelo de datos que pretende englobar todos los aspectos requeridos para la correcta aplicación de la Directiva. Por el momento, dicho modelo abarca desde la identificación y tipificación de las masas de agua al análisis de presiones e impactos, e incluye también el registro de las zonas protegidas.

Los clientes son aplicaciones Java que se conectan al servidor a través de Internet, posibilitando el acceso a la información contenida en la base de datos desde cualquier lugar, una vez superada la requerida autenticación del usuario, con un determinado nivel de actuación en función del usuario indentificado: lectura, escritura o administración.

La propia aplicación se utiliza como herramienta de participación activa, ya que los agentes implicados pueden seguir directamente la evolución del trabajo y actuar sobre él. Por el momento, esta participación activa, que se manifiesta como una implicación directa en el trabajo, está limitada a los equipos técnicos de la Confederación Hidrográfica del Ebro, del Ministerio de Medio Ambiente y de las nueve comunidades autónomas que comparten el territorio de la demarcación, así como a determinados grupos de técnicos especialistas de la Universidad de Zaragoza y de empresas consultoras.

Este sistema de información se orienta para que sea capaz de ofrecer la información requerida por la Comisión Europea, y que ha sido acordada y concretada en el documento guía sobre "Reporting" (CE, 2004). Fruto de ello se presentan, en el CD adjunto, las fichas sistemáticas que albergan esta documentación,

y entre las que se incluyen aquellas en las que se materializa la información que se expone en este capítulo. En concreto se trata de las siguientes fichas:

- SWB 1: Tipificación de las masas de agua superficial.
- SWB 2: Identificación de las masas de agua superficial.
- SWB 3: Identificación provisional de masas de agua artificial y fuertemente modificadas.
- SWB 4: Condiciones de referencia propias de cada tipo, máximo potencial ecológico y red de referencia.
- GWB 1: Identificación de masas de agua subterránea.

## 2.2. Identificación de las masas de agua superficial

Se incluyen en el grupo de las aguas superficiales las categorías de ríos, lagos, aguas de transición y aguas costeras, que, por consiguiente, deberán ser identificadas. Complementariamente, algunas de las entidades que se definan para esas categorías, cuando se valore que sus características no permiten la determinación de su estado, deberán catalogarse como cuerpos o

masas de agua fuertemente modificadas, a las que habrá que añadir las que existan artificialmente.

Para la identificación de cada categoría se han seguido procedimientos distintos, por tanto se presentan individualmente en los siguientes apartados. En cualquier caso, los trabajos siempre han estado inspirados en los correspondientes documentos guía preparados en el marco de la estrategia común de implantación de la DMA: CE (2003b), CE (2003c) y en documentos redactados por el Ministerio de Medio Ambiente español para facilitar su aplicación.

La red finalmente resultante se extiende a lo largo de 13.000 km y consta de 342 ríos. Esta red es sobre la que se realiza la tipificación que se presenta más adelante, y a la que se hace referencia en la ficha SWB 1 incluida en el CD adjunto.

### 2.2.1. Identificación de la red fluvial

La Confederación Hidrográfica del Ebro dispone de varias redes hidrográficas, construidas según distintos procedimientos, siempre empíricos y, en lo que aquí interesa, apoyados sobre la cartografía 1:50.000 española. Esta red fluvial principal fue digitalizada en su momento y es la que se usa habitualmente en los tra-

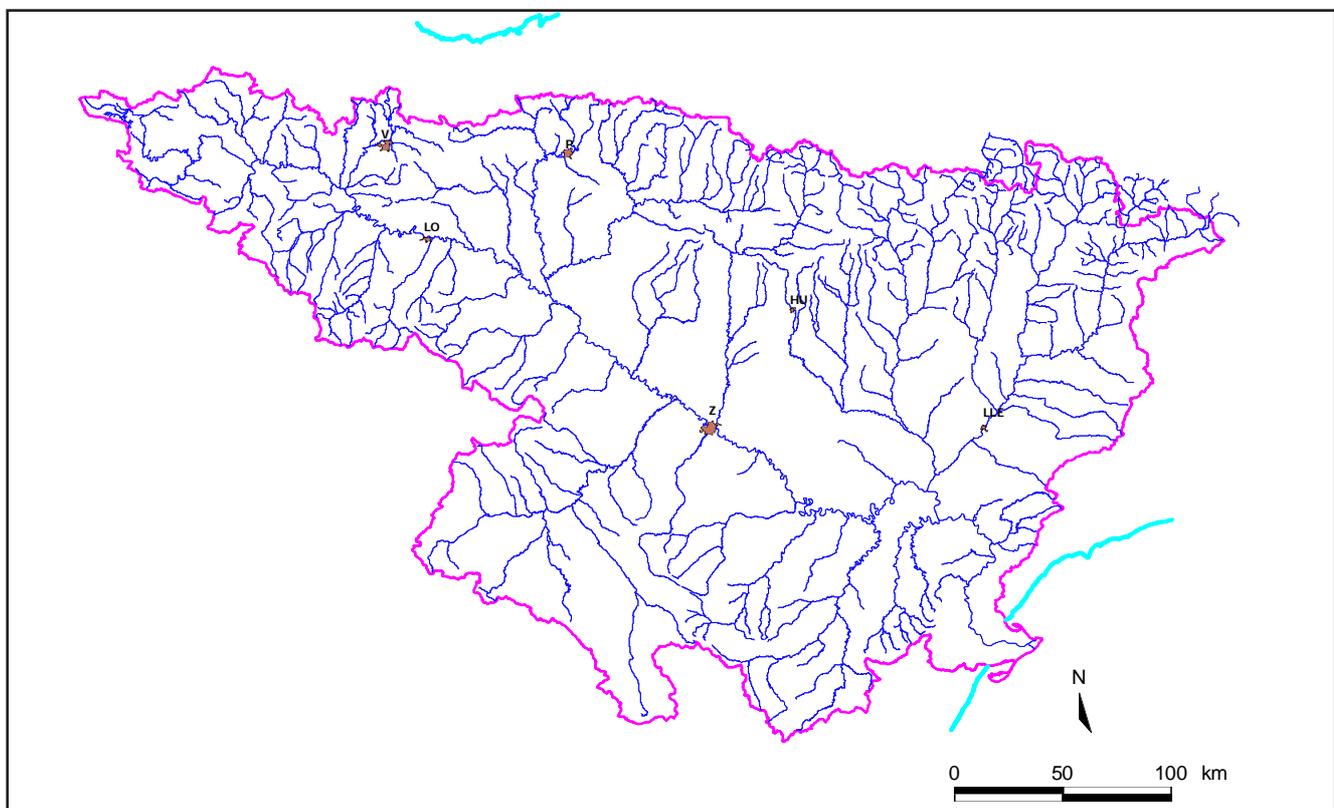


Fig. 2.2. Imagen de la red fluvial de uso habitual en el GIS-Ebro.

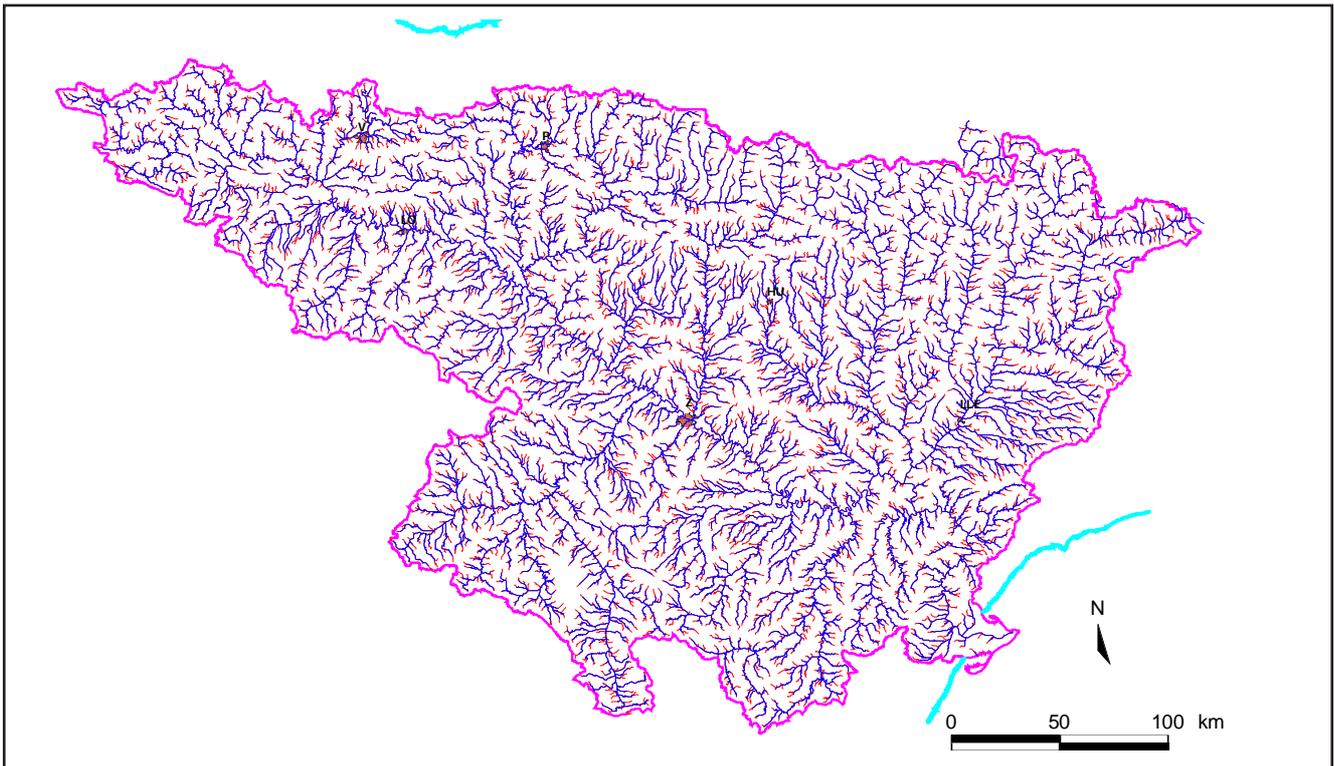


Fig. 2.3. Redes fluviales generadas por el Centro de Estudios Hidrográficos. Rojo con 5 km<sup>2</sup> de cuenca vertiente y azul con 10 km<sup>2</sup>. Pantalla del GIS-Ebro.

bajos de planificación hidrológica; tiene un longitud total de unos 12.000 km. La Fig. 2.2. muestra una pantalla de usuario del GIS-Ebro donde se puede apreciar el aspecto de la citada red fluvial.

Debe tenerse presente que la red fluvial presentada no se construyó atendiendo a los nuevos criterios que emanan de la Directiva Marco y que, a este respecto, se concretan en los documentos guía. Por ello, el Ministerio de Medio Ambiente abordó trabajos de identificación de la red fluvial generales para toda España atendiendo a los criterios de la Directiva.

Para la generación de la red fluvial se recurrió a un procedimiento automático que parte de considerar conjuntamente un modelo de elevaciones y un modelo que calcula la transformación de precipitación en aportación. Con ello se generan nacimientos allí donde se dan determinadas circunstancias de cuenca vertiente y de aportación, y se acumulan los caudales a lo largo de los ejes de los valles apareciendo así los ríos. Toda esta labor ha sido realizada por el Centro de Estudios Hidrográficos ([www.cedex.es](http://www.cedex.es)) por encargo del Ministerio de Medio Ambiente.

El modelo de elevaciones se ha construido a partir de un MDT con celdas de 100\*100 metros facilitado por el Servicio Geográfico del Ejército. Con él se genera-

ron ríos con el criterio de que su cuenca vertiente fuese mayor de 5 km<sup>2</sup> y otros de 10 km<sup>2</sup> (Fig. 2.3.).

Los resultados se compararon con el conocimiento empírico del territorio observándose que figuraban como ríos numerosísimas depresiones morfológicas por las que no circula agua superficial salvo en ciertos momentos de lluvia.

Para fortalecer el modelo de generación de cauces se optó por incorporar un elemento hidrológico que pudiera objetivar sistemáticamente la heterogeneidad e irregularidad hídrica de nuestro territorio. Se contó para ello con el modelo de precipitación - aportación creado para apoyo del Plan Hidrológico Nacional por el propio Centro de Estudios Hidrográficos. Éste es un modelo distribuido en celdas de un kilómetro de lado, de paso temporal mensual, que simula la transformación de la precipitación en aportación a los cauces superficiales desde el año hidrológico 1940/40 hasta el 1999/2000.

Así se posibilitaron nuevos tanteos para situar los nacimientos de la red fluvial, añadiendo y combinando los criterios de cuenca vertiente con otros de tipo hidrológico, como aportación generada mayor de un determinado umbral o más de un determinado porcentaje de meses con el cauce seco. De resultados de todo ello se

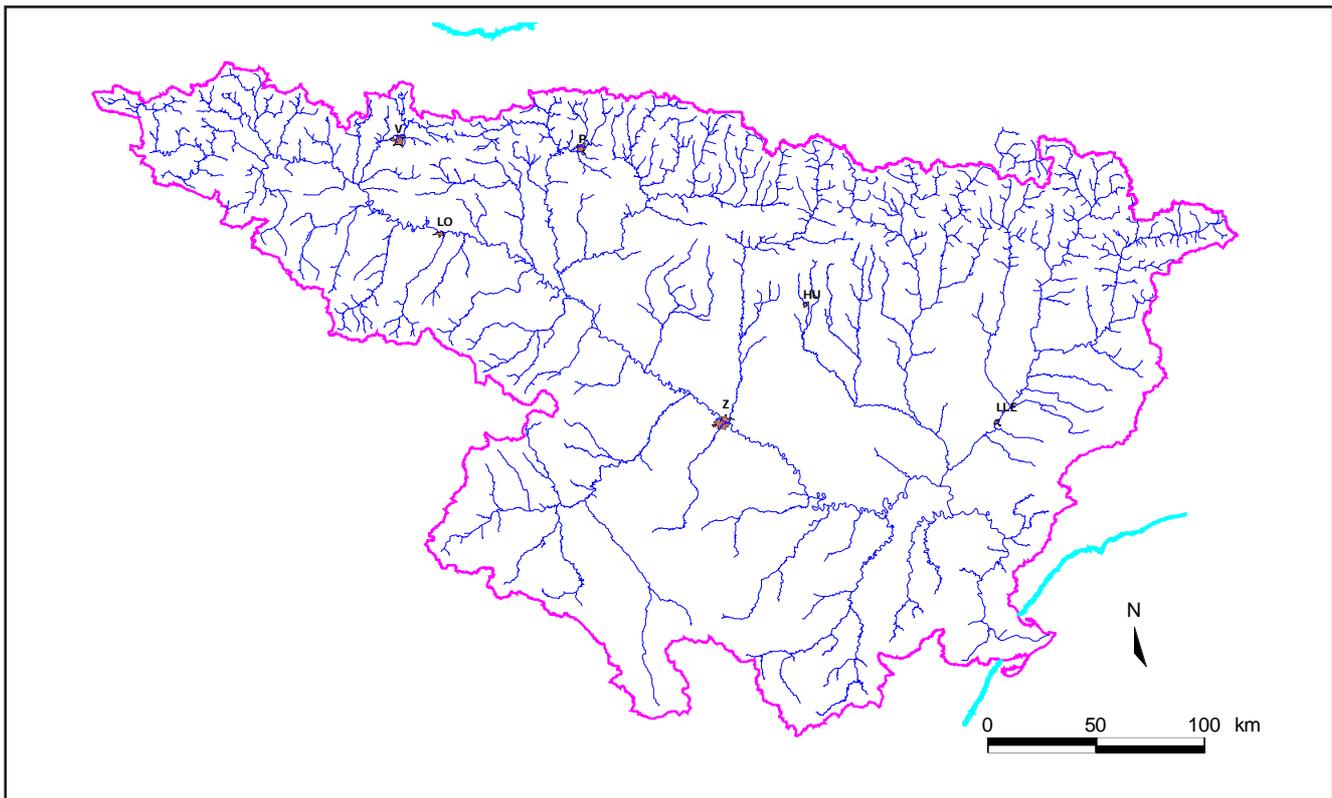


Fig. 2.4. Red fluvial generada por el Centro de Estudios Hidrográficos considerando cuencas vertientes mayores de 10 km<sup>2</sup> y la aportación superior a 100 l/s. Pantalla del GIS-Ebro.

consideró que la mejor solución se obtenía situando los nacimientos donde la cuenca vertiente fuese mayor de 10 km<sup>2</sup> y la aportación superior a 100 l/s (3,15 hm<sup>3</sup>/año). El resultado se muestra en la Fig. 2.4.

A pesar de todo el esfuerzo realizado el resultado no se consideró adecuado como para darlo por definitivo. Los principales problemas que presenta esta red son dos: falta de una adecuada consideración del movimiento del agua subterránea y pérdida de precisión en los trazados respecto a las propuestas anteriores.

Atendiendo a todo ello se optó por combinar manualmente los resultados de los distintos procedimientos recurriendo en cada caso al que se pudiera considerar de mejor calidad. Para ello se ha contado con información complementaria de diverso tipo procedente de diversos trabajos de campo: inventarios de captaciones y estudios de morfología fluvial, en particular. El resultado se presentó a los equipos técnicos de las comunidades autónomas para verificar la bondad del resultado obtenido, que se muestra como Fig. 2.5.

El procedimiento final ha consistido en modificar fuertemente el mapa original de que se disponía inicialmente eliminando algunos cauces y añadiendo otros que se tomarán de la propuesta del Centro de Estudios

Hidrográficos cuando la existencia de captaciones o el conocimiento de campo confirmaban la decisión a tomar. También se ha contado con información procedente de algunas comunidades autónomas que disponían de redes de drenaje detalladas específicamente preparadas para este fin, tal ha sido el caso de los ríos alaveses facilitados por el Gobierno Vasco.

### 2.2.2. Identificación de lagos

En la cuenca del Ebro no existen grandes lagos como los que se encuentran en la zona central y norte de Europa, pero sí numerosas zonas húmedas que, en ciertos casos, cabe asociar a esta categoría de aguas. Para su identificación se ha partido del inventario existente en el GIS-Ebro.

Dicho sistema de información disponía de información sobre los humedales de la cuenca del Ebro a través de una topología de puntos que venía a representar el centroide de los humedales catalogados en el Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro. Posteriormente, con el apoyo de otras bases de datos facilitadas por el Ministerio de Medio Ambiente y con trabajos específicos se ha construido una capa con topología de polígonos para todos los espacios considerados en el inventario. Se trata de unos 700 recintos entre los que tienen

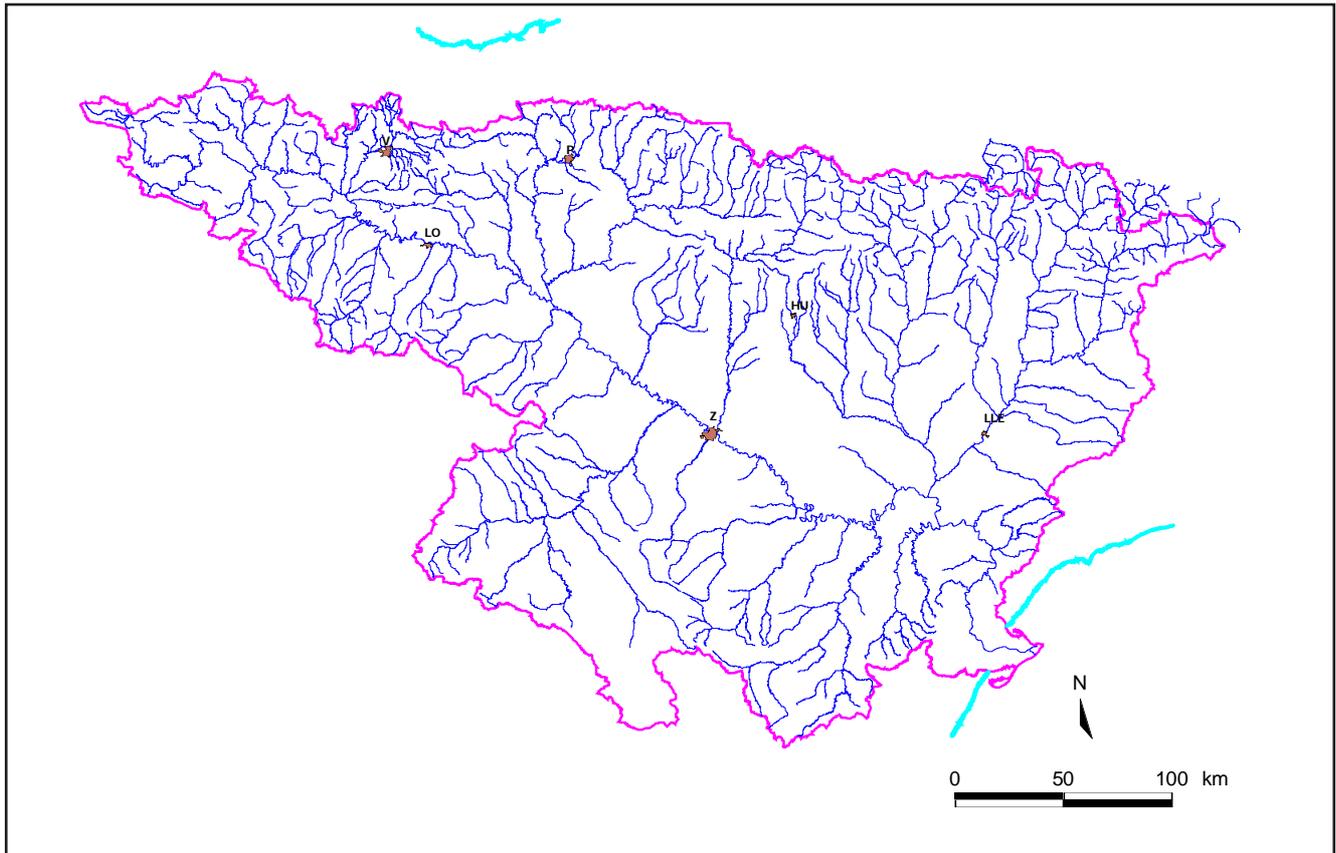


Fig. 2.5. Mapa de la red fluvial identificada en la demarcación del Ebro para la aplicación de la Directiva Marco del Agua. Pantalla del GIS-Ebro.

cabida pequeños lagos de montaña (ibones o estanys), lagunas temporales salinas (saladas), lagunas aluviales separadas del cauce activo y otras lagunas de muy diversa tipología. En general, su inclusión en el inventario responde a que se presentan espejos de agua en lámina libre de, al menos, unos 5.000 m<sup>2</sup>. En el apartado 1.3.4. del capítulo anterior se ha hecho una sintética descripción de los mismos.

De todos ellos se realiza la tipificación que más adelante se presenta y, a partir de todo ello, su posterior consideración o no como masa de agua de la que se deberá informar depende de los criterios generales que emanen de la Comisión Europea (CE, 2003a). En principio, los criterios de selección sugeridos por el Ministerio de Medio Ambiente han sido tres: 1) Criterio estricto - aquellos espacios cuyo polígono digitalizado supera las 50 ha, 2) Criterio ampliado - aquellos otros, cuyo polígono digitalizado es menor de 50 ha. y mayor de 8 ha, que además tienen una profundidad mayor de 3 m. Este criterio permite incluir una muestra de los lagos pirenaicos que quedan excluidos con el primer criterio; y 3) Selecciones específicas - se añaden algunos espacios no incluidos en las cate-

gorías anteriores pero que resultan de especial interés y significación.

En total se proponen como masas de agua dentro de la categoría de lagos 92 espacios, que pretenden recoger un variado muestrario de los distintos ambientes de esta naturaleza que se dan en la demarcación del Ebro. La información sistemática referida a su identificación se recoge en la ficha SWB 2 incluida en el CD.

### 2.2.3. Identificación de aguas de transición

En relación con la delimitación de las aguas de transición, la delimitación inicial propuesta por el Ministerio de Medio Ambiente incluye un polígono coincidente con el tramo bajo del Ebro, entre el casco urbano de Tortosa (Tarragona) y la desembocadura al Mediterráneo por la actual gola de Sorrapa. El polígono incluye la división del bajo Ebro en torno a la isla de Gracia.

Las propuestas técnicas de la comunidad autónoma de Cataluña, en la que situarían todas las aguas de transición del Ebro, incluyen como tales todo el eje del Ebro desde el azud de Xerta hasta el Mediterráneo, las lagunas costeras del delta, las bahías del delta y las aguas

de mar que lo rodean, entendiendo incluso que la influencia del Ebro se extiende por el mar mucho más al sur del límite considerado.

Atendiendo a todo ello, se ha realizado una identificación de aguas de transición que trata de aunar las dos propuestas citadas en una sola que, a su vez, satisfaga adecuadamente los objetivos de la DMA. Esta propuesta consiste en identificar como aguas de transición el eje del Ebro desde Tortosa hasta el mar, coincidiendo con la delimitación de la zona marítimo terrestre, como inicialmente propuso el Ministerio de Medio Ambiente. Técnicamente esta delimitación viene a corresponder con la zona más habitual de penetración máxima de la cuña salina por el estuario del Ebro, ya que con los caudales actuales comprometidos en la cuenca para frenar este efecto no es previsible que suba aguas arriba de Tortosa. No se ha tomado directamente el polígono propuesto por el Ministerio, sino que se ha mejorado levemente su delineación para incluir además de la actual gola de Sorrapa, las de Levante y Migjorn actualmente obliteradas.

Se incluyen también como aguas de transición las aguas de las bahías deltaicas, sobre las que la influen-

cia del Ebro es clara y vital para controlar sus excesos de fertilización. Las aguas dulces llegan a las bahías por dos caminos: 1) descargas de agua dulce desde el drenaje de las zonas irrigadas en la plataforma deltaica, efecto especialmente importante en el hemidelta meridional, y 2) aportación subterránea procedente de los acuíferos costeros que descargan directamente a las bahías o que descargan a la plataforma deltaica y después son conducidos a las bahías. Se entiende que de este modo se recoge parte de la propuesta elaborada por la comunidad autónoma.

No se incluyen como aguas de transición las lagunas del delta, que quedan incluidas en la categoría de lagos dentro de un tipo particular y característico. Tampoco se incluyen las aguas del Mediterráneo en la costa exterior del delta, a pesar de que no se discute que están influenciadas por el Ebro como evidencian diversos autores desde Margalef (1963) a Lloret y otros (2004).

La información sistemática requerida se presenta en la ficha SWB 2 incluida en el CD.

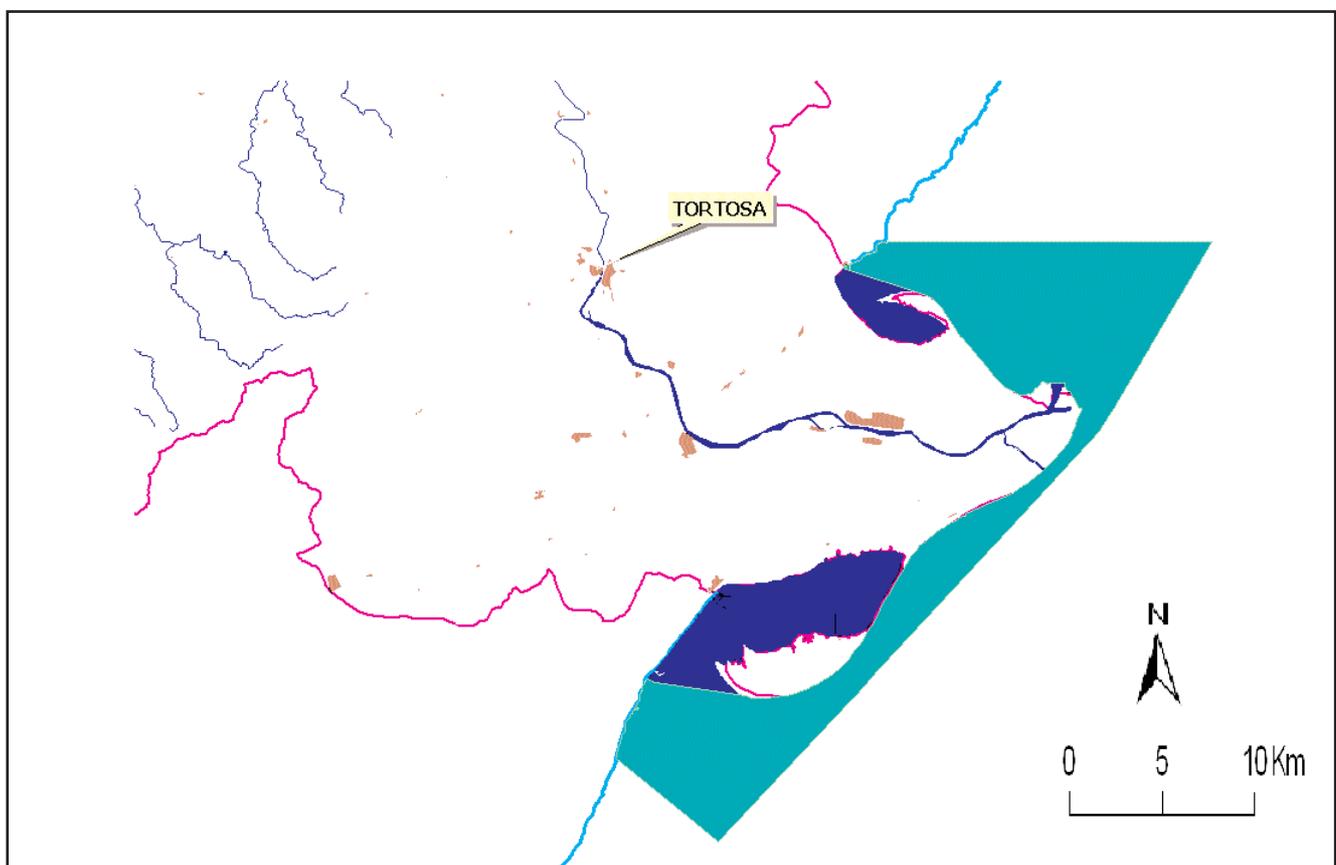


Fig. 2.6. Delimitación de las aguas de transición (azul) y costeras (verde) en la zona de desembocadura del Ebro al mar Mediterráneo.

## 2.2.4. Identificación de aguas costeras

En relación con la delimitación de las aguas costeras, el Ministerio de Medio Ambiente ha entregado para su análisis dos archivos en formato GIS, denominados lineacosta y agcosteras. El primero dibuja la línea de costa entre Ayamonte (Huelva) y el cabo de Creus (Gerona), el segundo dibuja el polígono de aguas costeras correspondiente al mismo ámbito geográfico.

La línea de costa (lineacosta) se ha elaborado tomando diversas cartografías terrestres y marítimas que, no sin esfuerzo, ha sido preciso convertir a una sola base referenciada en coordenadas UTM sobre el huso 30. No está resuelto el problema de la movilidad de la línea de costa, de especial relevancia en el delta del Ebro, donde distintas fuentes cartográficas registran con evidencia la evolución morfológica de este cuerpo sedimentario tremendamente dinámico.

Las aguas costeras (agcosteras) se definen en la DMA por un límite hacia el mar y otro hacia tierra. El límite hacia el mar se establece contando una milla náutica (1.853 metros) a partir de la línea de base recta (RD 2510/1977). El límite terrestre de las aguas costeras es más problemático. La guía recomienda incluir hasta la pleamar, información no disponible en la cartografía española, de modo general; sin embargo, los mapas ofrecen la bajamar viva equinoccial. Para el caso del Ebro relacionado con el Mediterráneo, poco influenciado por las mareas, se adopta la línea de bajamar reflejada en la cartografía española. Con todo ello se ha considerado una línea de costa (límite interior) a partir de la que se ha calculado la milla náutica para disponer del límite exterior.

La cartografía así preparada por el Ministerio ofrece un único polígono para todas las aguas costeras del litoral peninsular mediterráneo y atlántico andaluz. No obstante, es preciso determinar las fracciones que correspondan a cada demarcación hidrográfica, con el criterio básico de no fragmentar la costa ni las unidades naturales afectadas y facilitar, al mismo tiempo, la valoración de la influencia de las aguas continentales sobre las costeras.

La costa mediterránea española asociada al Ebro es muy pequeña, ya que tanto hacia el Norte como hacia el Sur las demarcaciones vecinas se extienden hasta los puntos de enlace entre el delta y la costa continental. Por otra parte, la influencia del Ebro, considerándola respecto a los otros tributarios al Mediterráneo de la costa española cercana, es enorme. Por ello, las aguas

marinas del entorno que se encuentran afectadas por el descenso en la salinidad y la fertilización que introduce el Ebro van mucho más allá de los límites en la costa de su cuenca hidrográfica.

La zona marina a la que llega el Ebro está dominada por una corriente que barre la costa española desde el Norte, procedente del golfo de León. Esto condiciona que el Ebro, a pesar de salir al mar hacia el Norte en las inmediaciones del cabo de Tortosa, extienda su influencia por la costa mediterránea levantina, hacia el sur.

La comunidad autónoma de Cataluña cuenta con datos que registran esta influencia del Ebro y propone, en función de los mismos, la delimitación de la influencia que se indica en la Fig. 2.6, aun conociendo que se trata de una delimitación poco ambiciosa pero que se entiende coherente con los objetivos de la DMA.

Está pendiente el ajuste de esta delimitación con la de las demarcaciones limítrofes. Hacia el norte con la correspondiente a las cuencas internas de Cataluña está realizada, pero hacia el sur, con la demarcación del Júcar, está pendiente. Por otra parte, está pendiente la labor armonizadora y coordinadora a realizar por el Ministerio de Medio Ambiente a través de su Dirección General de Costas.

La información sistemática requerida se presenta en la ficha SWB 2 incluida en el CD.

## 2.2.5. Identificación de aguas artificiales y fuertemente modificadas

Como masas de agua artificial se estima que pueden considerarse dos tipos de casos: canales naturalizados o parcialmente naturalizados que interesa conservar y valorar, y embalses de entidad suficiente que han sido construidos en lugares donde no existía previamente ni un río ni una zona húmeda incluida en la categoría de lagos.

En el primer caso se incluyen dos canales de relevancia en la demarcación: la cabecera del río Jiloca o río de Cella y el Canal Imperial de Aragón.

El tramo alto del Jiloca, que une la fuente de Cella con los Ojos de Monreal (verdadero nacimiento del río) fue construido artificialmente en el siglo XVIII para facilitar la desecación de una gran depresión endorreica. Se trata de un segmento de algo más de 40 km. de

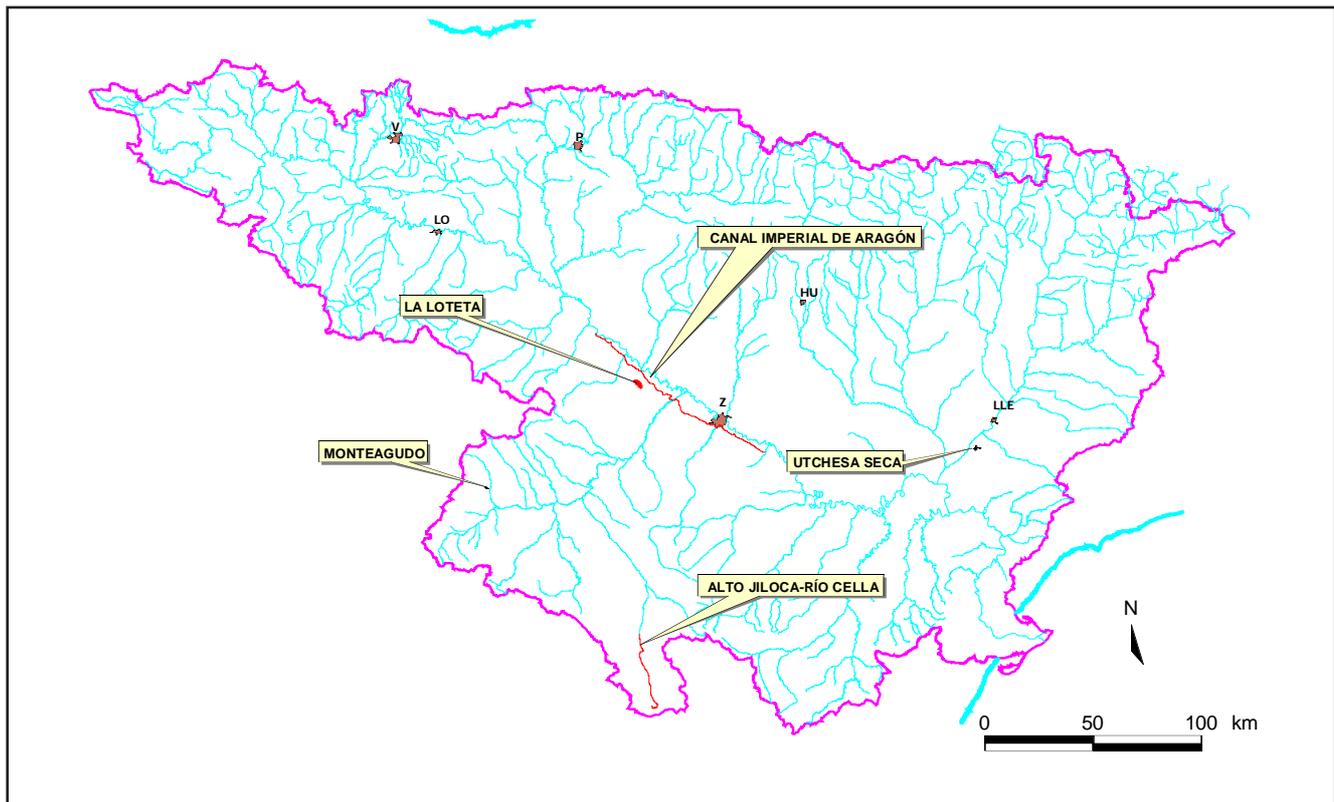


Fig. 2.7. Masas de agua artificiales en la demarcación del Ebro.

longitud excavado en tierra y que ahora conduce los caudales de la surgencia de Cella (pozo artesiano excavado en el medievo) con un caudal medio del orden de  $1 \text{ m}^3/\text{sg}$ .

Por su parte, el Canal Imperial de Aragón, construido entre los siglos XVI y XVIII, recorre la margen derecha del Ebro del que deriva sus aguas desde la inmediaciones de Tudela (Navarra) hasta cerca de Fuentes de Ebro (Zaragoza), con una longitud superior de 127 km. Se creó con un propósito múltiple, siendo inicialmente una importante vía de transporte. Hoy suministra agua para riego de unas 27.000 ha. y abastece a numerosas poblaciones, entre ellas Zaragoza con más de 600.000 habitantes. Se encuentra parcialmente revestido. Entre la fauna que lo habita cabe destacar un pelecípodo de aguas dulces: *Margaritifera auricularia* que forma unas conchas grandes y muy nacaradas y que en la actualidad se encuentra en peligro de extinción (ver apartado 1.4.1. p. 89).

En relación con los embalses que dan lugar a espejos de agua artificiales, es decir, aquellos embalses que se han construido donde previamente no existía un río o un lago, se incluyen tres casos: La Loteta, Monteagudo de las Vicarías y Utchesa Seca, cuya localización se muestra en la figura 2.7.

Las masas fuertemente modificadas se declaran como tales tras un cuidadoso procedimiento de identificación ilustrado en la guía correspondiente (CE, 2003b). Aquí cabe considerar las categorías de ríos o lagos cuando son modificados fuertemente por un embalse, cuando han sufrido importantes cambios hidromorfológicos que se estima no recuperables y, en fin, cuando no es posible medir su estado con las métricas que correspondan al tipo de masa de que se trate. Por consiguiente, esta indentificación va a estar muy condicionada por los resultados del estudio de presiones e impactos.

No obstante, en una primera fase se han identificado embalses y tramos de río. En el primer caso se incluyen aquellos embalses que se entiende que, bien por su tamaño, por la longitud fluvial afectada o por el fuerte efecto regulador que favorecen, condicionan una modificación en el río que puede considerarse estable y duradera, normalmente varias decenas de años, llegando en ocasiones a una nueva situación de equilibrio que se estima de reversibilidad compleja y socialmente indeseada. En el caso de embalses pequeños, y que no dan lugar a cambios como los descritos, se identifican como tramos con una determinada presión incluidos en una masa de agua mayor que, por albergar el

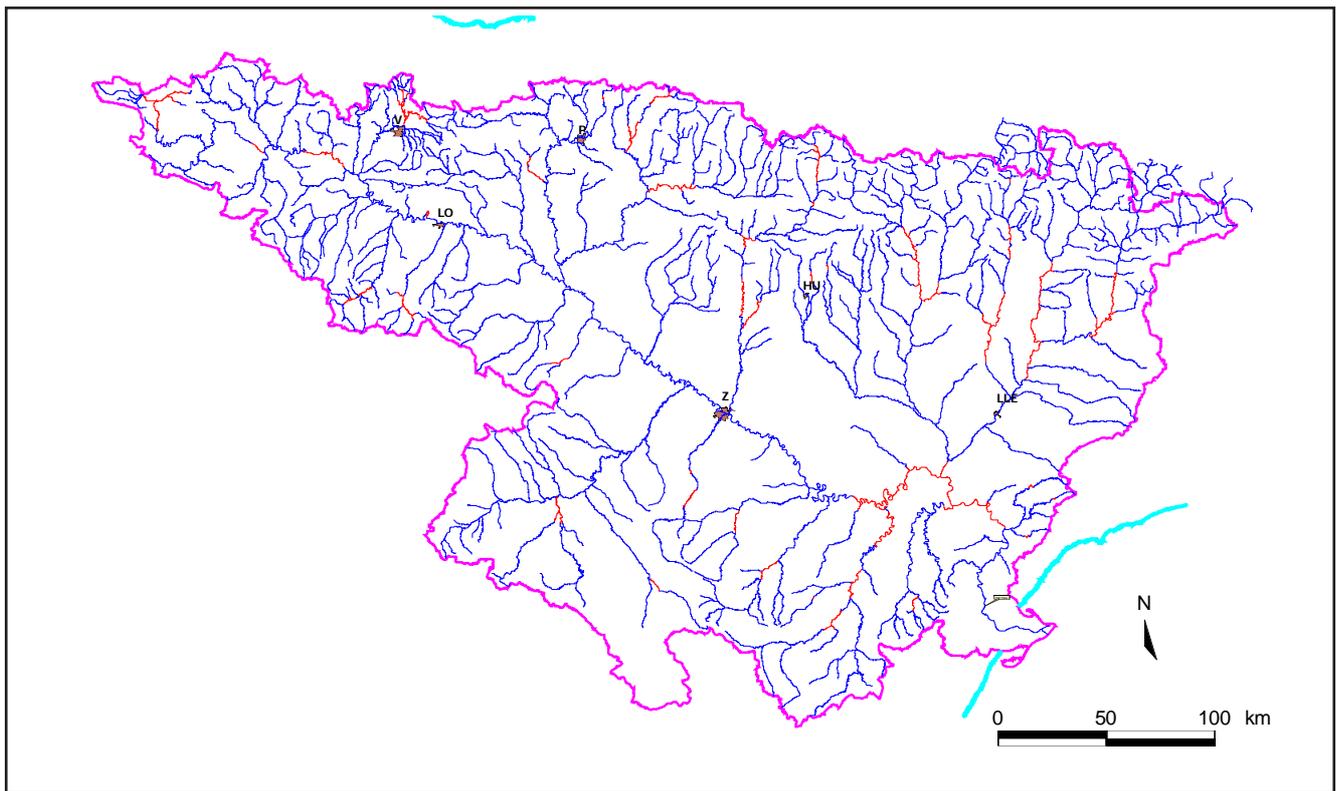


Fig. 2.8. Identificación de masas de agua fluviales fuertemente modificadas en la demarcación del Ebro.

embalse, no debe renunciar a los mejores objetivos de estado que sea posible obtener.

La selección a partir del volumen embalsado o de la longitud fluvial ocupada no ha arrojado un resultado adecuado puesto que en la casuística real se combinan muchas situaciones morfológicas y de caudal derivado que resultan difíciles de simplificar.

También se han considerado como fuertemente modificados aquellos tramos fluviales con una intensa alteración del régimen, ya sea por detracción, incremento o modificación del hidrograma, y que además responden a una alteración persistente y socioeconómicamente de difícil reversibilidad. En general, los aprovechamientos energéticos, que conllevan fuertes modificaciones hidrológicas, no se han utilizado para justificar la definición de zonas fuertemente modificadas, ya que estos cambios hidrológicos, aunque sustanciales, son temporales (pulsos horarios o semanales, por ejemplo) y permiten reconocer, en ciertas ocasiones, la río en condiciones casi naturales, sin que se reconozca un cambio de carácter permanente (CE, 2003b).

El resultado de esta labor se muestra en la figura 2.8; en total la longitud fluvial así catalogada es de unos 880 km. lo que supone el 6,8% de la longitud total de la red fluvial caracterizada.

Respecto a los lagos modificados por un embalse, se ha considerado, en la línea sugerida por la propuesta del Ministerio de Medio Ambiente, que las masas de agua de la categoría lago debían etiquetarse provisionalmente como fuertemente modificadas cuando se diese alguno de los siguientes casos: 1) existe un represaamiento que modifica el nivel del lago y lo somete a fluctuaciones artificiales importantes, en general debido al aprovechamiento hidroeléctrico, 2) está sometido a alteraciones hidrológicas debido a recibir retornos de riego o a sufrir, directa o indirectamente la consecuencia de extracciones de agua, y 3) el lago se encuentra fuertemente modificado morfológicamente debido a la extracción de gravas o sales.

En conjunto se han identificado provisionalmente 34 lagos fuertemente modificados en los que se dan los criterios antes citados, de los 92 considerados en total dentro de esta categoría; así pues, es el 37% del total. Su distribución espacial se puede observar en la figura 2.9. Existen otros muchos sometidos a diferentes grados de presión que no llegan a identificarse como fuertemente modificados por considerar que puede estimarse su estado en relación a las condiciones naturales del tipo.

La información sistemática requerida, figura en la ficha SWB 3 que se incluye en el CD adjunto.

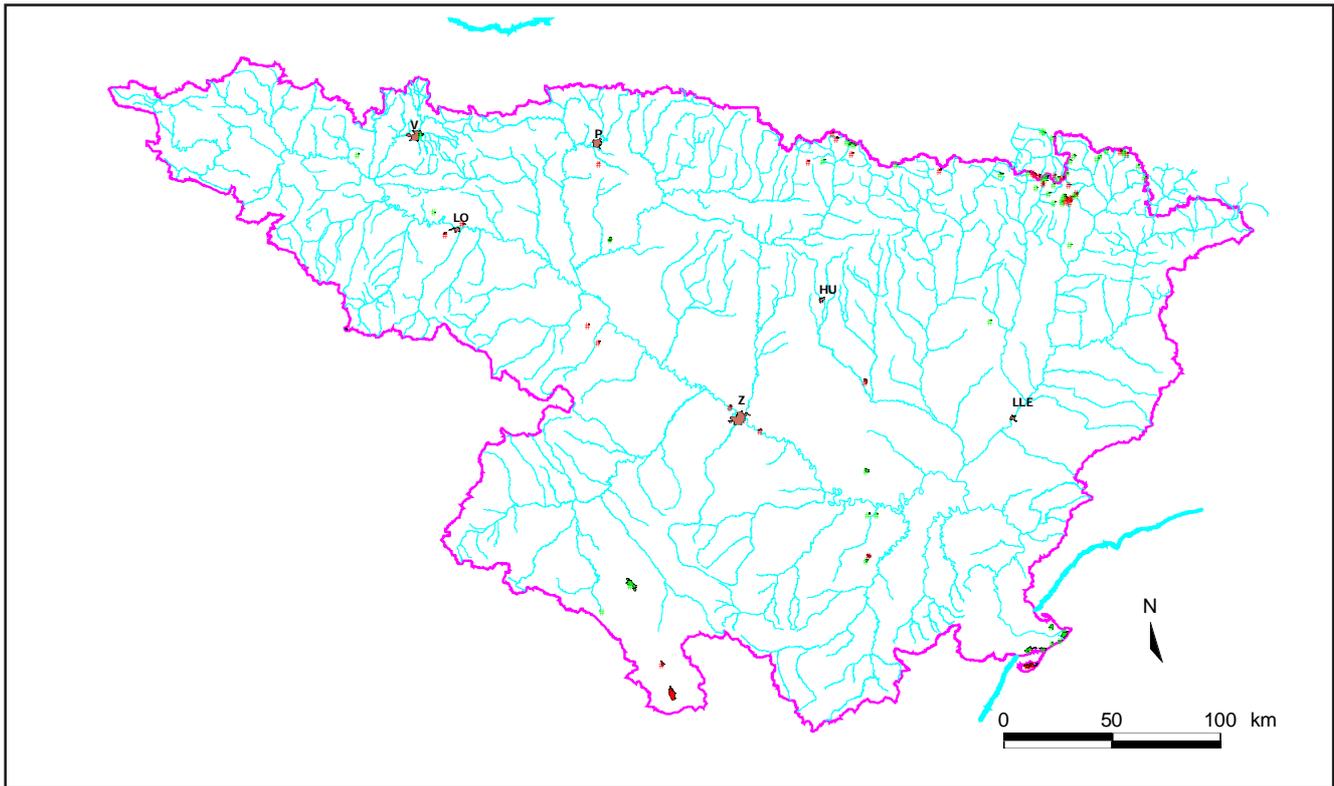


Fig. 2.9. Identificación de lagos fuertemente modificados en la demarcación del Ebro. Círculos rojos lagos fuertemente modificados, círculos verdes lagos en condiciones naturales sometidos a distintos grados de presión.

### 2.3. Tipificación de masas de agua superficial

La tipificación de las masas de agua tiene por objeto identificar clases o tipos dentro de cada categoría para los que sea posible establecer unas condiciones referencia comunes concretadas en el uso de una colección de métricas para los diferentes indicadores de estado requeridos. Esto será posible en la medida en que sea posible reconocer e identificar una variabilidad ambiental a escala amplia que se evidencie en las comunidades. Posiblemente cada métrica a utilizar pueda requerir una distribución de tipos diferente, pero en el momento de abordar este trabajo apenas se dispone de procedimientos de medida adoptados que cuenten con registros sistemáticos. Del mismo modo cada categoría de masa de agua superficial (ríos, lagos, aguas de transición y costeras) requerirá, posiblemente, una tipificación distinta.

En la cuenca del Ebro (CHE, 1998b) se realizaron, con el apoyo técnico del Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona, las primeras tipificaciones que se abordaron en España y, aun hoy, casi siete años después, hay que aceptar que es una cuestión no resuelta con plena satisfacción (WWF/Adena, 2005).

Los métodos de trabajo seguidos para cada categoría de aguas superficiales: ríos, lagos, transición y costeras, son propios, por lo que se expondrán por separado. La ficha SWB 1, incluida en el CD, ofrece la información sistemática requerida por la Comisión Europea en relación a la tipificación de las masas de agua superficial.

#### 2.3.1. Tipificación de la red fluvial

El anexo II de la Directiva Marco establece dos procedimientos para la tipificación, son los denominados A y B.

El sistema A plantea un procedimiento de división jerárquica que parte de considerar las regiones ecológicas que el anexo 11 de la Directiva indica (dos para el caso del Ebro) y después distinguir tres clases en función de la altitud, dividir todo ello en cuatro clases según la superficie de cuenca vertiente, y finalmente volver a dividir en tres nuevos grupos según el sustrato geológico. Se optiene un máximo de 72 clases posibles.

Este sistema A ha sido aplicado con las herramientas y la base de datos que aporta el GIS-Ebro y también fue

calculado para el ámbito por el Ministerio de Medio Ambiente con el apoyo del Centro de Estudios Hidrográficos. Los resultados alcanzados no reflejan la variabilidad natural de la cuenca y además se obtiene un elevadísimo número de tipos que en modo alguno viene a reflejar la necesidad de establecer un número semejante de referentes para valorar el estado. Por todo ello, desde que se iniciaron los primeros trabajos de tipificación siempre se ha trabajado aprovechando las posibilidades que ofrece el sistema B.

De acuerdo con el anexo II de la DMA, si se utiliza el sistema B, habrá que lograr el mismo grado de discriminación que si se utiliza el sistema A. La interpretación de esta frase puede hacer pensar que utilizando el sistema B también debería llegarse al mismo número de tipos al que se llegaría utilizando el sistema A, o bien, como se ha interpretado en este caso, que fuese potencialmente posible llegar a ese número de tipos aunque, teniendo en cuenta el número de referentes que puede ser viable utilizar, se agrupen en un reducido número de clases preferentes.

Atendiendo a todo ello se ha realizado una tipificación de la red fluvial de los ríos de la demarcación hidrográfica del Ebro, apoyada en cuatro trabajos principa-

les: 1) regionalización ecológica de la cuenca (CHE, 1998b), 2) caracterización de los tipos de ríos (MMA, 2004b), 3) segmentación de la red fluvial de la cuenca del Ebro y 4) tramificación geomorfológica de la red fluvial de la cuenca del Ebro (CHE, 2004), que se sintetizan seguidamente.

### **2.3.1.1. Regionalización ecológica de la cuenca del Ebro**

Este trabajo fue abordado por la Confederación Hidrográfica del Ebro entre los años 1998 y 1999 con el apoyo técnico del Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona. La memoria que se generó con el mismo puede consultarse y descargarse íntegramente a través de Internet en: [www.oph.chebro.es/documentacion/estudiosecologicos/](http://www.oph.chebro.es/documentacion/estudiosecologicos/)

La idea de partida era encontrar unas regiones o tipos sobre los que pudieran calcularse condiciones de referencia para una serie de datos de monitorización con los indicadores biológicos disponibles en ese momento, en particular métricas calculadas a partir de comunidades de macroinvertebrados bentónicos fluviales.

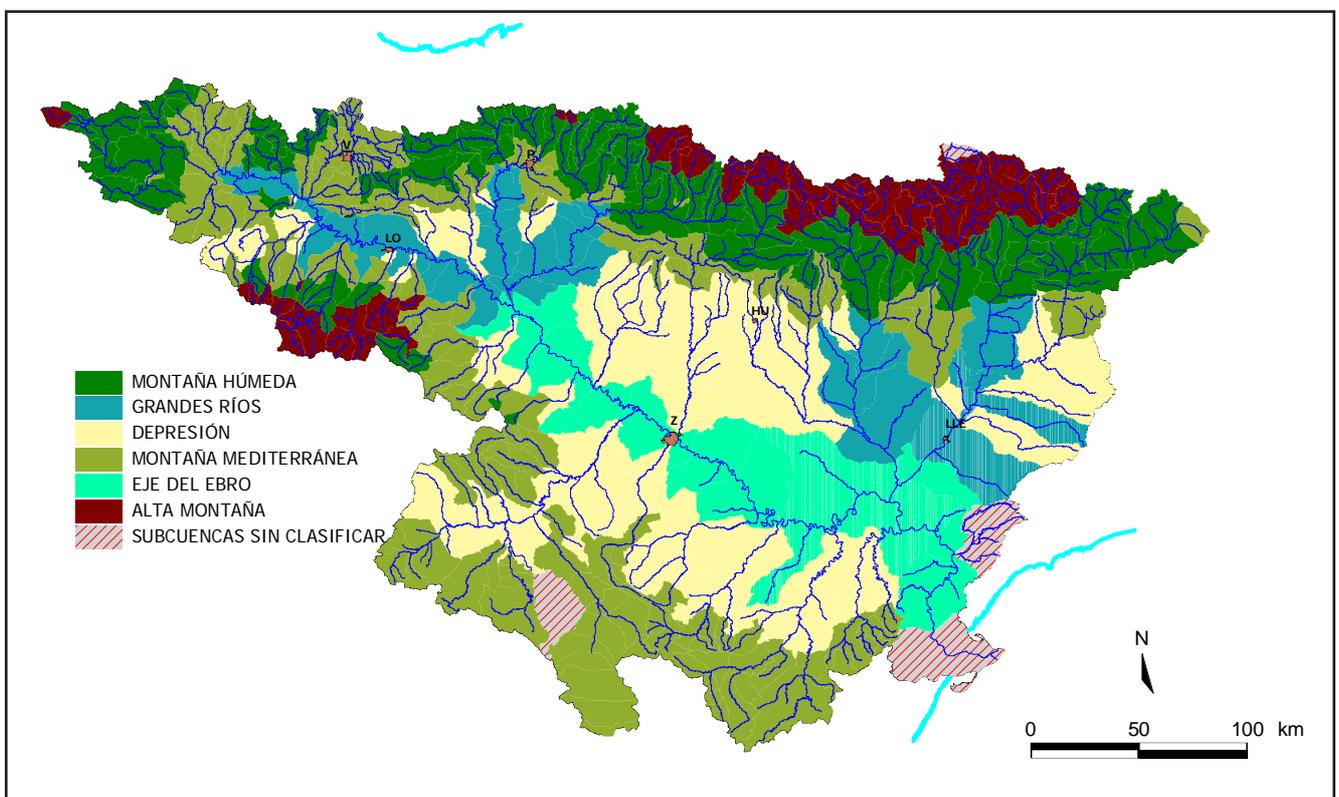


Fig. 2.10. Regionalización de la cuenca del Ebro (CHE, 1998b)

Para la realización del trabajo se contó con la base de datos geográficos aportada por el GIS-Ebro, los registros de fauna macroinvertebrada recogidos en la Red de Control de Variables Ambientales y otros datos hidrológicos y de composición fisicoquímica de las aguas recogidos por otras redes de seguimiento de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Con ello se logró una regionalización física que fue contrastada y corregida posteriormente con la distribución de las familias de macroinvertebrados bénticos de los ríos, obteniendo regiones homogéneas a las que, se esperaba, poder asignar distintas condiciones de referencia.

La demarcación se dividió en 466 subcuencas vertientes a los puntos de muestreo de la Red de Control de Variables Ambientales con datos. Para cada una de ellas se calcularon las variables que eran propias de la subcuenca y las propias de la estación, es decir, variables de polígonos y de puntos, valorando cuáles eran explicativas de la variabilidad que se observa en el territorio. De todas las variables inicialmente utilizadas se trabajó con aquellas que maximizan las diferencias entre estaciones, discriminando aquellas que muestran cierta igualdad y que, por tanto, pueden ser agrupadas en zonas o regiones. De esta manera y, utilizando variables geológicas, morfométricas y climáticas de la subcuenca, e hidrológicas y químicas de la estación, se delimitan fronteras y zonas semejantes separadas espacialmente. También se examinan otras variables de cuenca para determinar el grado de presión antrópica sobre el territorio y poder eliminar su influencia en la regionalización.

Siguiendo este criterio se utilizaron 21 variables de estación (hidrológicas, químicas y espaciales) y 77 variables de subcuenca. Se estudió su independencia o correlación, realizando un análisis de componentes principales para cada grupo y seleccionando, dentro de cada conjunto, aquellas variables que resultaban explicativas de un mayor porcentaje de la variabilidad total. Identificadas las variables de interés se realizaron agrupamientos hasta conseguir unas pocas regiones que resultan homogéneas según los parámetros físicos utilizados.

Esta regionalización se corrige, en una segunda fase del trabajo, con la distribución territorial de las comunidades de macroinvertebrados bénticos. Con esta labor se observa que algunas regiones que habían sido diferenciadas desde el punto de vista físico presentan comunidades iguales, por lo tanto requieren el mismo referente y se tratará de la misma región.

El resultado final aporta una regionalización de la cuenca en 6 zonas (Fig. 2.10) o tipos, que se denominaron: 1-Ríos de montaña húmeda, 2-Ríos importantes, 3-Ríos de la depresión, 4-Ríos de montaña mediterránea, 5-Eje del Ebro y 6-Ríos de alta montaña.

Replicando estos procedimientos, aunque teniendo en cuenta las particularidades de cada territorio y la naturaleza de la información disponible, algunas cuencas y territorios vecinos, como las cuencas internas de Cataluña o la comunidad autónoma del País Vasco, o de Valencia, han realizado regionalizaciones análogas que se encajaron perfectamente con la del Ebro.

### **2.3.1.2. Caracterización de los tipos de ríos**

El trabajo fue realizado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX a petición del Ministerio de Medio Ambiente. El ámbito del trabajo fue el de todo el territorio español peninsular e islas Baleares.

El objetivo era aportar una tipificación de base para su utilización en las demarcaciones españolas, que resultase homogénea y coherente dentro de todo el territorio español, facilitando a la vez el cálculo de referentes coordinadamente entre las distintas demarcaciones; es decir, que si para una determinada tipología no se encuentran condiciones de referencia en una demarcación, puedan buscarse en otra donde aparezca el mismo tipo.

Los datos utilizados para la realización de este trabajo proceden del voluminoso banco de datos SIG del Ministerio de Medio Ambiente, preparado y operado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. Básicamente se trata de información temática que cubre todo el ámbito español a diversas escalas, en general desde el 1:1.000.000 al 1:200.000, encajada con un modelo de elevaciones que dibuja la red fluvial (ver apartado 2.2.1. Identificación de la red fluvial) y con un modelo hidrológico distribuido en celdas de un kilómetro cuadrado de paso temporal mensual.

Las variables utilizadas se han ido dividiendo, paso a paso, en niveles sucesivos. Los criterios de corte de las distintas clases se han fijado a partir del juicio de expertos o de otras clasificaciones existentes en la bibliografía científica. La selección de estas variables ha sido fruto de la experiencia adquirida con los distintos sistemas de clasificación previos, como el presentado en el epígrafe precedente, que se utilizó como herramienta de ajuste supervisado.

La metodología de clasificación ha consistido, por tanto, en la segregación progresiva de subconjuntos de la red fluvial en función de los umbrales (marcas de clase) establecidos para las variables. Los cortes no afectan a todas las ramas del árbol jerárquico, sino que según se estimase conveniente afectan selectivamente a determinadas ramas o secciones.

El primer corte se ha realizado asignando cada río a una de las dos grandes regiones biogeográficas presentes en la península Ibérica: la Eurosiberiana y la Mediterránea. Como criterio de corte se ha tomado la aportación específica con un umbral que separa, en la cuenca del Ebro, algunos ríos cantabro-pirenaicos del resto de ríos mediterráneos. A partir de esta primera división cada subconjunto se trabajó separadamente.

Dentro de la región mediterránea se han establecido nuevas divisiones. La primera separa los ejes principales con caudal medio anual superior a 9,5 m<sup>3</sup>/s del resto de los ríos; para el resto se realiza un nuevo corte según que la pendiente media de la cuenca sea mayor o menor del 2% separando así los ríos de llanuras de los de ambientes montañosos. Otras principales variables utilizadas han sido: la altitud, la orientación, la

mineralización calculada de las aguas, la temperatura media anual y el orden del río. Análogamente, en la región cántabro - pirenaica se desarrolló un procedimiento similar que condujo al resultado final.

Tipificación MIMAM (2004)		Tipificación CHE (1998)	
Nº	NOMBRE	Nº	NOMBRE
9	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea	5	Ríos de la depresión
11	Ríos de montaña mediterránea silíceo	1	Ríos de alta montaña
12	Ríos de montaña mediterránea calcárea	3	Ríos de montaña mediterránea
15	Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados	4	Ríos importantes
16	Ejes mediterráneo continentales mineralizados	5	Ríos de la depresión
17	Grandes ejes en ambiente mediterráneo	6	Eje del Ebro
26	Ríos de montaña húmeda calcárea	2	Ríos de montaña húmeda
27	Ríos de alta montaña	1	Ríos de alta montaña

Tabla 2.1. Correspondencia entre la regionalización realizada en la Confederación y la aportada por el Ministerio de Medio Ambiente para todo el territorio español.

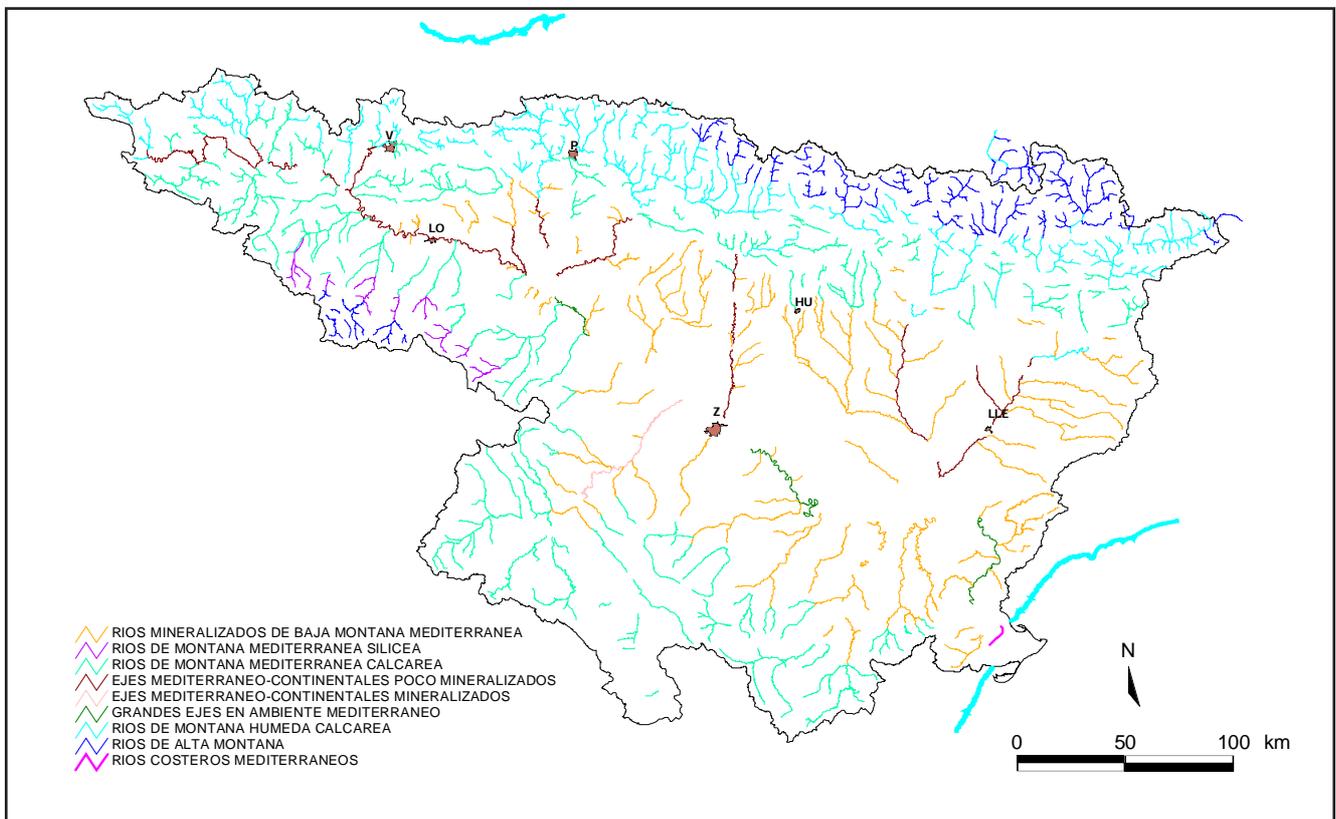


Fig. 2.11. Tipificación de los ríos de la cuenca del Ebro (MIMAM, 2004).

Con todo ello se han llegado a definir 32 tipos para el territorio español estudiado por el Centro de Estudios Hidrográficos, de los que únicamente 8 aparecen en el ámbito de la demarcación hidrográfica del Ebro.

Existe una sensible, aunque no exacta, correspondencia entre estos tipos preparados por el Ministerio de Medio Ambiente y los procedentes de la regionalización realizada por la Confederación en 1998, que se muestra en la tabla nº 2.1.

La tipificación nacional se ha realizado sobre la red fluvial aportada por el Centro de Estudios Hidrográficos, que como se ha explicado anteriormente (2.2.1. Identificación de la red fluvial) no corresponde exactamente con la seleccionada en la demarcación para desarrollar los trabajos de implantación de la Directiva Marco. Atendiendo a todo ello, la distribución territorial de estos tipos nacionales se muestra en la fig. 2.11.

### **2.3.1.3. Segmentación de la red fluvial de la cuenca del Ebro**

La actividad fue realizada por los equipos de la Confederación Hidrográfica del Ebro con el apoyo de técnicos de las nueve comunidades autónomas implicados en el trabajo, como labor complementaria para apoyar la mejora de la definición de red fluvial preparada por el Ministerio de Medio Ambiente a menor escala.

El propósito de este trabajo ha sido la identificación de segmentos homogéneos, atendiendo a sus características naturales y también desde el punto de vista de la gestión, de las presiones que sufren y de los impactos que registran. Segmentos que puedan ser objeto de medidas homogéneas y que, por agregación, puedan dar lugar a las masas que han de conformar la red fluvial sobre la que trabajar en la aplicación de la Directiva Marco.

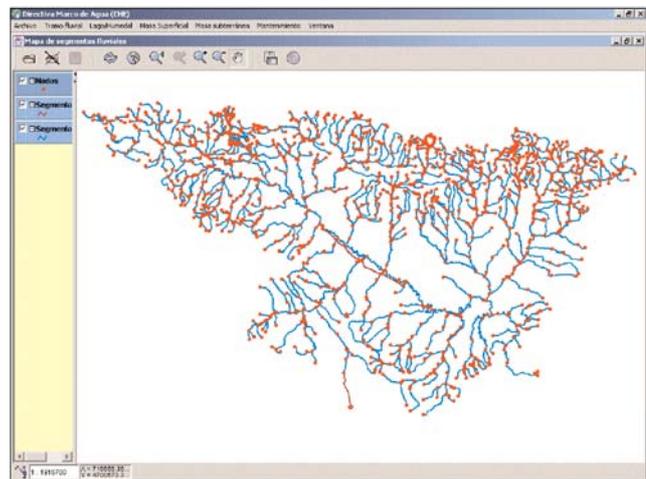
Los datos utilizados para realizar esta segmentación proceden, en su mayor parte, del conocimiento empírico de la cuenca aportado por un abanico de personas que vienen trabajando en aspectos hidrológicos e hidrográficos de este territorio desde hace años. Esta información ha sido apoyada y contrastada con datos ofrecidos por distintos sistemas de información: GIS-Ebro (Arqued y otros, 2001) e IPA (Arqued y otros, 2003) principalmente, que sitúan en el territorio y documentan, las redes de seguimiento y las infraestructuras de aprovechamiento, de almacenamiento y las principales

de transporte; y también con la información del Ministerio de Medio Ambiente preparada por el CEDEX antes comentada.

Combinando toda la documentación indicada se han producido mapas a escala 1:200.000 de las distintas subcuencas hidrográficas, identificando manualmente sobre papel los nodos que limitan arcos sobre la red fluvial sensiblemente homogéneos atendiendo a las consideraciones antes realizadas.

Este trabajo facilitó el reconocimiento y detección de nuevos cauces que no habían sido considerados en los trabajos iniciales de identificación, mejorando con ello la red fluvial a utilizar.

Con los datos así preparados se alimentó el sistema de información DMA-Ebro, al que se ha hecho referencia en 2.1. Dicho sistema incluye la información propia de los nodos y la de los arcos por ellos delimitados. También identifica los arcos de canales artificiales que se considera que deben ser tenidos en cuenta para una correcta aplicación de la Directiva.



*Fig. 2.12. Visor geográfico del sistema de información con la distribución de nodos y segmentos de la red fluvial de la demarcación hidrográfica del Ebro.*

Los nodos se localizan en todos los nacimientos y confluencias, y en los extremos de todos los segmentos en que se desea fraccionar la red. En determinados casos se trata de entradas a embalses, azudes importantes que facilitan la detención de caudal, incorporación de azarbes, etc. En total; tras sucesivas depuraciones se han identificado y catalogado 1.450 nodos que dividen la red fluvial en 1.446 segmentos, a los que cabe añadir 5 tramos de canal artificial. La longitud de la red fluvial aquí y así considerada es de 13.049 km, lo que supone una longitud media para los segmentos de 9

km con una desviación típica de 8,4 km El segmento más largo supera ligeramente los 67 km.

La figura 2.12 muestra una pantalla gráfica del sistema de información creado para apoyar los trabajos de implantación de la Directiva Marco donde se dibuja la distribución de arcos y nodos que segmentan la red fluvial de la demarcación.

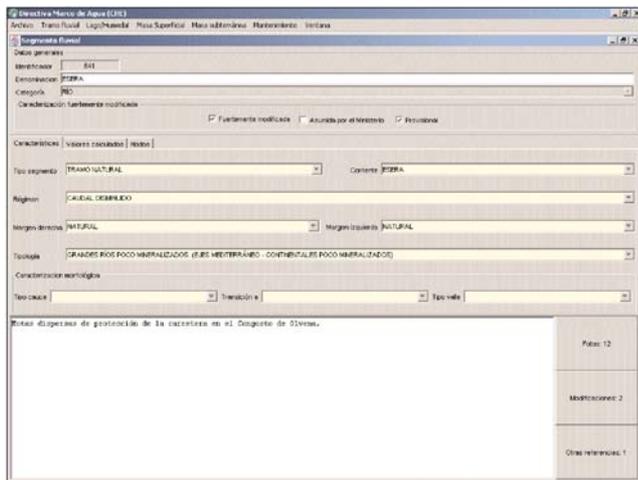


Fig. 2.13. Interfaz de usuario donde se muestra y documenta la caracterización de cada segmento fluvial dentro del sistema de información.

Esta segmentación de la red fluvial se ha fortalecido y mejorado mediante un proceso de consultas con los equipos técnicos de las nueve comunidades autónomas que se reparten el ámbito territorial del Ebro. Esta labor se espera completar en los próximos meses para acumular información que permita apoyar al toma de decisiones a la hora de establecer la medidas que requiera la planificación futura.

Cada segmento se documenta y constituye un registro codificado en la base de datos creada a tal efecto (Fig. 2.13).

En esta base de datos, a cada segmento identificado por su código se le añaden distintos descriptores complementarios, referidos a su geometría, a sus características morfológicas naturales o artificiales, a las revisiones y actualizaciones en la información, fotografías, etcétera, y, entre ellos, la tipificación resultante tomada de los trabajos anteriormente señalados: CHE (1998b) y MIMAM (2004b). Para ello, se adecúan arbitrariamente los límites de los tipos a los nodos más próximos de la red segmentada, donde se tiene constancia real de que existe un hecho significativo que evidencia física y efectivamente el cambio tipológico en la red, en lugar de utilizar el resultado de un mode-

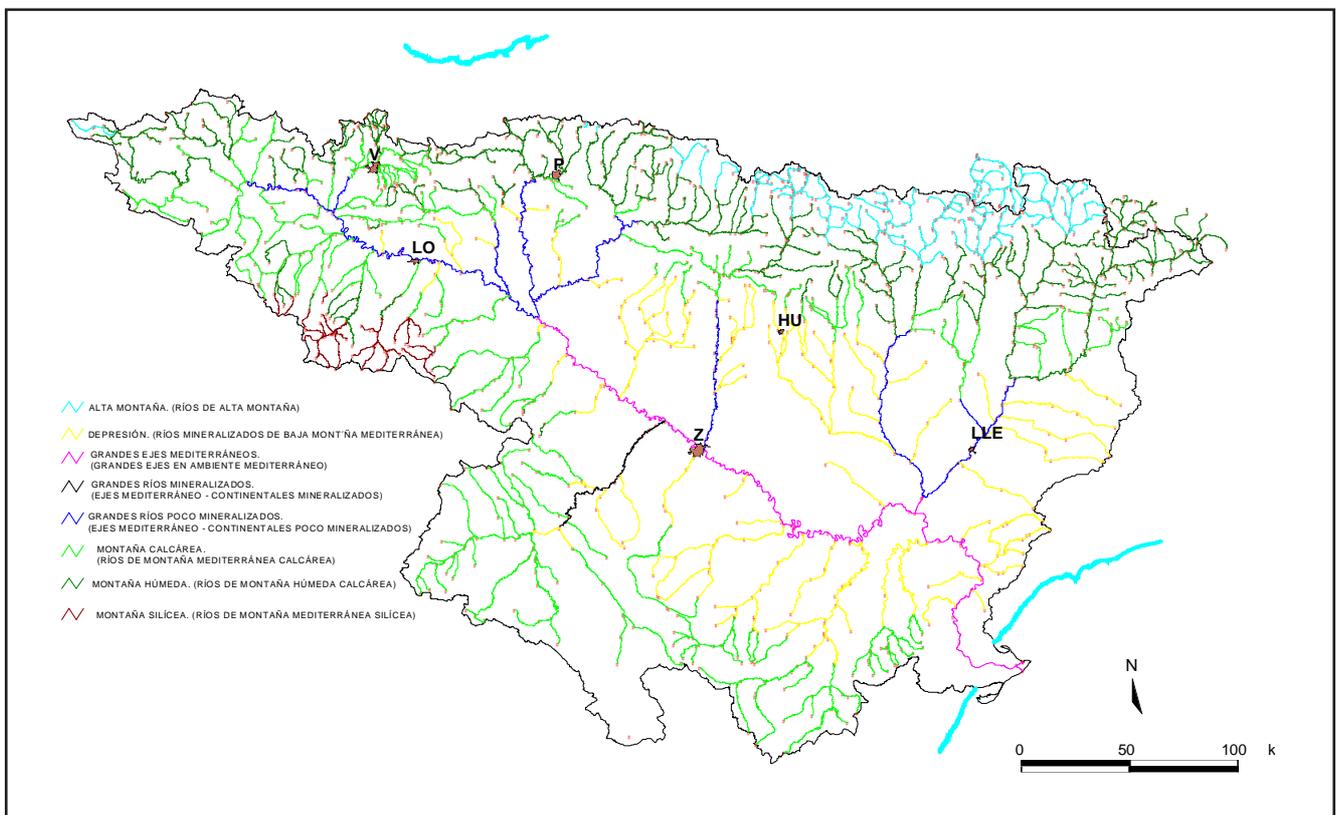


Fig. 2.14. Red de segmentos fluviales de la demarcación del Ebro tipificados de acuerdo con los resultados expuestos en la tabla 2.1.

lo que sitúa el cambio entre dos celdas vecinas que combinan y evidencian el cambio de clase en un leve y progresivo cambio de variables. Se entiende por ello, que con este sistema de revisión y corrección manual supervisada se mejora la calidad de la tipificación resultante, que se muestra en la Fig. 2.14. y que queda documentada en el sistema de información DMA-Ebro.

**2.3.1.4. Tramificación geomorfológica de la red fluvial de la cuenca del Ebro**

Esta labor fue llevada a cabo por la Confederación Hidrográfica del Ebro con el apoyo técnico de un equipo de geomorfólogos de las Universidades de Zaragoza y del País Vasco.

El propósito de este trabajo era documentar algunos aspectos geomorfológicos que se entienden como relevantes y significativos y que, con los trabajos anteriormente señalados, no estaban siendo tenidos en cuenta. En particular, se trataba de documentar parámetros que están expresamente indicados entre los optativos del sistema B, tales como: forma y configuración del cauce principal, pendiente media, forma del valle o composición del sustrato.

Para realizar este trabajo se ha contado con información cartográfica tradicional, a escala 1:50.000, y con foto-

grafías aéreas aportadas, en su mayor parte, por el GIS-Oleícola del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. También se ha contado con el apoyo de un modelo digital del terreno.

Se han estudiado específicamente las morfologías de los valles y de los cauces, obteniendo los resultados que se han expuesto en el apartado 1.2.5. Hidrografía, para los canales naturales, pero también se ha identificado un significativo número de cauces cuya morfología no refleja condiciones naturales sino canalizaciones forzadas. Esta información, referida a cambios hidromorfológicos intensos es de especial interés a la hora de valorar la catalogación de un segmento como fuertemente modificado.

El trabajo realizado requiere una revisión en campo todavía no completada. Los resultados provisionales están siendo documentados en la base de datos pero no han sido directamente utilizados para establecer los tipos.

**2.3.1.5. Conclusiones respecto a la tipificación de la red fluvial**

Considerando todo lo expuesto se ha procedido a agrupar los segmentos en masas de agua superficial. Para

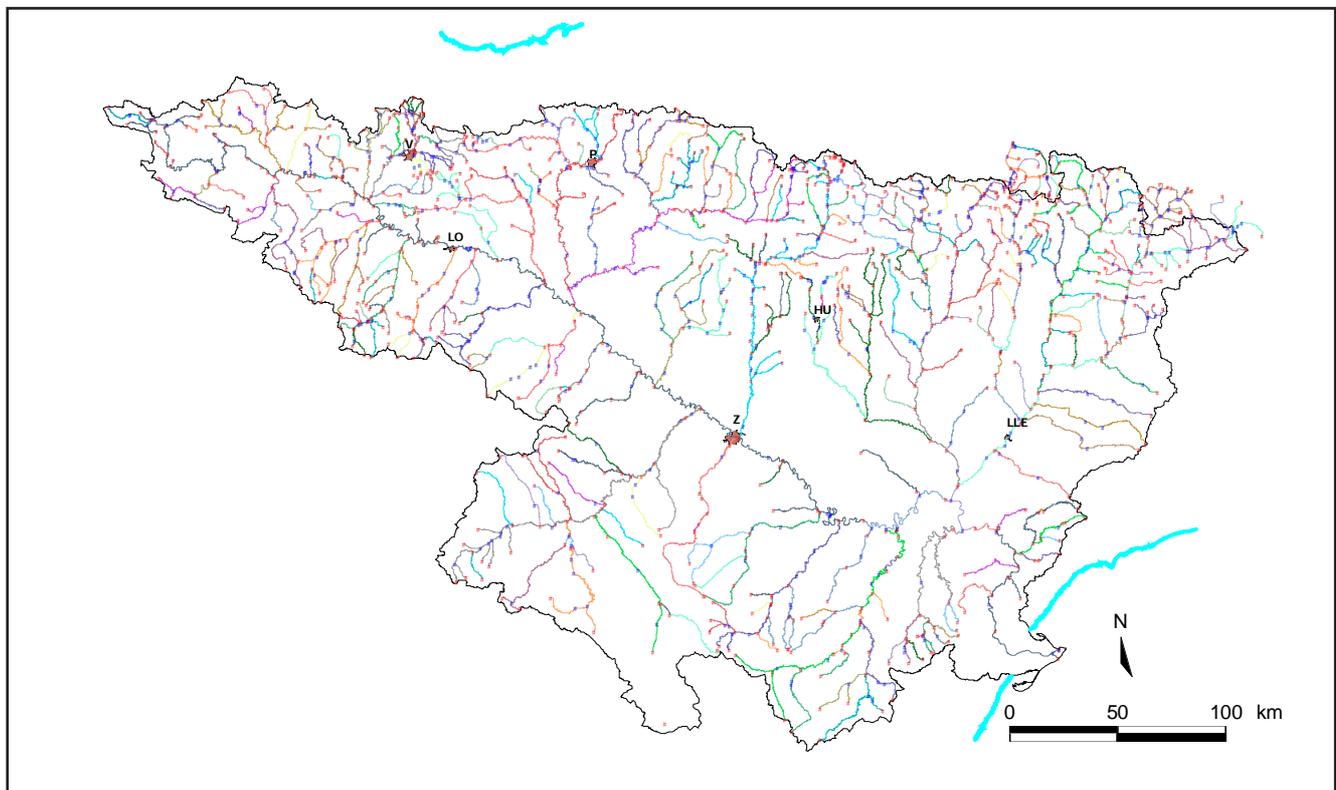


Fig. 2.15. Distribución de masas de agua en los ríos de la demarcación del Ebro. Los nodos señalados en rojo delimitan masas, los señalados en azul delimitan los segmentos que componen cada masa.

ello se han identificado y agrupado segmentos según la siguiente sucesión de criterios:

1. Se agrupan todos los segmentos que conectan la red fluvial bajo un mismo embalse en una masa (embalse) fluvial fuertemente modificada.
2. Se individualizan los segmentos en los que se localizan fuertes cambios hidromorfológicos y que se identifican provisionalmente como masas fluviales fuertemente modificadas.
3. Se agrupan el resto de los segmentos con el doble criterio de pertenecer a la misma subcuenca hidrográfica y a la misma tipología.
4. Se depuran resultados, estudiando individualmente el caso de las masas excesivamente pequeñas (menores de 1 km), al objeto de considerar si es viable asociarlas con alguna de las adyacentes.
5. La distribución de masas se presenta a los equipos técnicos implicados de las comunidades autónomas y del organismo de cuenca. Se recogen estas últimas aportaciones en un ajuste final.

El resultado final de todo este trabajo, que se muestra en la figura 2.15, se han identificado 697 masas fluviales, con una longitud media de 19 km.

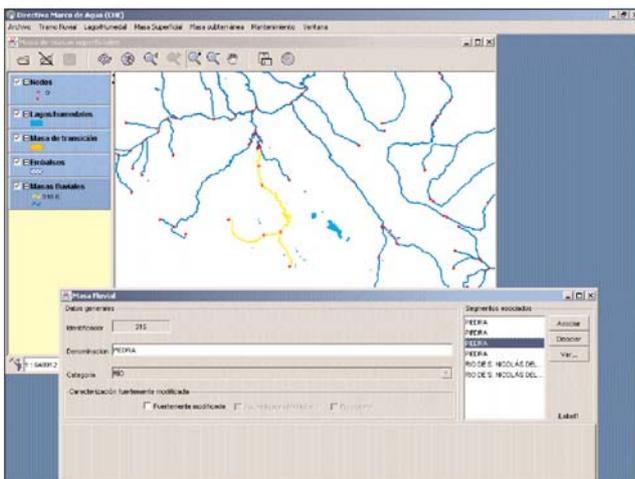


Fig. 2.16. Interfaz de la aplicación cliente que muestra las pantallas de definición de la masa de agua y las posibilidades de asociación de segmentos que ofrece.

El sistema de información resuelve esta relación entre segmentos y masas realizando una vinculación de los arcos que componen la misma masa de agua (Fig. 2.16). Esta vinculación puede ser actualizada según

resulte conveniente a la luz de los resultados aportados por los trabajos sistemáticos de presiones e impactos, no tenidos en cuenta para esta primera propuesta de delimitación.

Por consiguiente, cabe reunir documentación a dos niveles, el de segmento y el de masa. Evidentemente el nivel de segmento es el más preciso y el que, por tanto, es más deseable. El segundo nivel agrega la información de los segmentos considerados homogéneos, y ofrece la flexibilidad de incorporar o desagregar segmentos según resulte conveniente conforme se vaya completando y mejorando la información que, dado el caso, puede evidenciar una falta de homogeneidad actualmente no identificada en la tipificación o en el grado de alteración diferencial de alguno de los tramos, que puede requerir ser desagregado para considerarlo como una masa fuertemente modificada.

Un grado más fuerte de actualización requeriría la actualización de los nodos, mediante la incorporación de nuevos puntos que fragmenten los arcos actualmente considerados. Se estima que este tipo de actualizaciones, una vez establecido y consolidado el grafo, deben responder a fuertes cambios en la cuenca (construcción de un nuevo gran embalse, por ejemplo) que se dan ocasionalmente y requieren una valoración especial en el marco de la planificación hidrológica de la cuenca.

Esta identificación final de las masas, en la que se han tenido en cuenta todos los aspectos anteriormente tratados es el resultado actual de los trabajos de caracterización, cuya información sistemática se presenta en la ficha SWB 2 del CD.

Los tipos asignados a cada masa son los calculados para los segmentos que las componen, según la distribución que se muestra en la fig. 2.14 correspondiente a los tipos de la tabla 2.1, que seguidamente se describen:

#### Tipo 27. Ríos de alta montaña.

En los ríos de la demarcación este tipo aparece únicamente en las cabeceras pirenaicas entre las cuencas del Aragón y del Noguera Pallaresa. También responde a este tipo la cuenca del Garona en España. Singularmente, se identifica como de este tipo el río Híjar entre su nacimiento en las estribaciones de Peña Labra y su incorporación al Ebro.

Los valores característicos del tipo, según los cálculos realizados por el Centro de Estudios Hidrográficos son los siguientes:

Variable	Media	Coef. Var. (%)
Altitud (m.s.n.m.)	1289	19.8
Amplitud térmica anual (°C)	15.9	7.4
Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	64	134.4
Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	2.2	154.8
Caudal específico medio anual (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.0326	43.3
Conductividad base estimada (µS/cm)	217	53.7
Latitud (UTM 30)	4697625	1.6
Longitud (UTM 30)	599832	39.3
Orden del río (Stralher)	1	44
Pendiente media de la cuenca (%)	13	28.1
Porcentaje de meses con caudal nulo (SIMPA)	9	129.5
Temperatura media anual (°C)	8.4	14.3

Tabla 2.2. Tipo 27. Ríos de alta montaña.

**Tipo 26. Ríos de montaña húmeda calcárea.**

A este tipo vienen a corresponder los tramos de la margen izquierda situados en la cabecera inmediatamente por debajo de los atribuidos al tipo anterior, de alta montaña.

Se da en el tramo alto del Ebro hasta Puente Larra, la cuenca alta del Nela hasta Medina de Pomar, el Salón y el Purón, Omecillo y Húmedo hasta su confluencia, tramos altos del Bayas y Zadorra, todo el alto Arga incluyendo el Araquil, algunos tramos del alto Ega y el Urederra, la cuenca del Iratí hasta Lumbier, el Salazar hasta la Foz de Arbayún, el Aragón por encima de Yesa y por debajo de los tramos tipificados como alta montaña; lo mismo que ocurre en el Gállego por encima del embalse de la Peña y en el Cinca por encima de los embalses del Grado y Mediano. El Ésera entre Barasona y Campo y el tramo medio del Isábena. El Ribagorzana entre Puente de Montañana y el embalse de Escales y Segre y Pallaresa desde su confluencia.

En la margen derecha se identifican algunos tramos correspondientes a este tipo en las estribaciones de la Demanda y los Cameros, en las cuencas del Tirón, Najerilla, Iregua y Alhama.

Las características medias del tipo se sintetizan en el siguiente cuadro:

Variable	Media	Coef. Var. (%)
Altitud (m.s.n.m.)	707	38
Amplitud térmica anual (°C)	16.4	11.4
Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	419	162.6
Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	8.1	153.6
Caudal específico medio anual (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.0210	44.3
Conductividad base estimada (µS/cm)	360	32.5
Latitud (UTM 30)	4719959	0.7
Longitud (UTM 30)	690536	24.9
Orden del río (Stralher)	2	50.6
Pendiente media de la cuenca (%)	10	38.3
Porcentaje de meses con caudal nulo (SIMPA)	4	218.2
Temperatura media anual (°C)	10.7	18.9

Tabla 2.3. Tipo 26. Ríos de montaña húmeda calcárea.

**Tipo 11. Ríos de montaña mediterránea silíceea.**

Los tramos fluviales de este tipo se localizan, dentro de la demarcación hidrográfica del Ebro, en las cabeceras que drenan la Sierra de la Demanda a través de las cuencas más altas del Tirón, Glera, Najerilla y Urbión, Iregua, Leza y Cidacos.

Las características de este tipo son las siguientes:

Variable	Media	Coef. Var. (%)
Altitud (m.s.n.m.)	961	28.8
Amplitud térmica anual (°C)	17.4	5.1
Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	118	132.1
Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	1.1	143.6
Caudal específico medio anual (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.0098	45.9
Conductividad base estimada (µS/cm)	130	82.4
Latitud (UTM 30)	4497110	3.2
Longitud (UTM 30)	391107	29.1
Orden del río (Stralher)	2	46.3
Pendiente media de la cuenca (%)	7	48.3
Porcentaje de meses con caudal nulo (SIMPA)	29	64.9
Temperatura media anual (°C)	11.1	16.1

Tabla 2.4. Tipo 11. Ríos de montaña mediterránea silíceea.

**Tipo 12. Ríos de montaña mediterránea calcárea.**

Son los tipos fluviales que, junto con las anteriores, completan el ámbito montañoso de la demarcación. Se localizan en los ámbitos de la Cadena Ibérica y de los Pirineos por debajo de los citados anteriormente.

Corresponden al tipo, el Ebro desde Puente Larra hasta la confluencia del Jerea, los tramos bajos del Nela, el río Jerea, la cuenca baja del Omecillo, el Bayas desde Subijana, la cuenca media del Zadorra con Zayas, Alegría y Ayuda; el Inglares, la cuenca alta del Ega hasta Estella excepto los tramos más altos correspondientes al tipo de montaña húmeda. También la cuenca del Elorz, el alto Zidacos; el tramo final del Salazar y el Onsella, en la cuenca del Aragón. Las cabeceras de los Arbas en la Sierra de Santo Domingo. La cuenca del Gállego entre la Peña y Santa Eulalia, y los ríos que recorren las sierras exteriores aragonesas: Isuela, Flumen, Guatizalema, Alcanadre y Vero, en sus cabeceras. En la cuenca del Segre, los tramos vertientes al

Ribagorzana entre Santa Ana y el Puente de Montañana, y además, los afluentes al Pallaresa y al Segre en la zona de las sierras marginales catalanas.

En la margen derecha, corresponden al tipo, los tramos fluviales que cortan la Demanda y los Cameros, aguas debajo de los tipos de montaña antes descritos. La cuenca del Jalón hasta Ateca, el Jiloca y el Perejiles, Aranda, Isuela y Ribota. El Huerva aguas arriba de las Torcas, y las cabeceras del Martín, del Guadalupe aguas arriba de Santolea y del Bergantes por encima de la Balma. En la cuenca del Matarraña, la cuenca por encima de la incorporación del Tastavíns y Algás y Estret hasta su confluencia.

Las características medias del tipo son las siguientes:

Variable	Media	Coef. Var. (%)
Altitud (m.s.n.m.)	855	29.5
Amplitud térmica anual (°C)	17.8	7.4
Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	275	208.6
Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	1.3	306.7
Caudal específico medio anual (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.0055	56.4
Conductividad base estimada (µS/cm)	566	36.9
Latitud (UTM 30)	4544611	3.5
Longitud (UTM 30)	589112	22.7
Orden del río (Stralher)	2	45.9
Pendiente media de la cuenca (%)	5	57.6
Porcentaje de meses con caudal nulo (SIMPA)	7	199.2
Temperatura media anual (°C)	11.7	12.6

Tabla 2.5. Tipo 12. Ríos de montaña mediterránea calcárea.

#### Tipo 9. Ríos mineralizados de la baja montaña mediterránea (o de la depresión del Ebro).

Responde a este tipo la mayor parte de los tramos fluviales situados fuera de los ámbitos montañosos ibérico y pirenaico. Así, por la margen izquierda se asignan a este tipo el río Mayor, Odrón y Linares desde su confluencia, el Robo y el tramo bajo del Salado en la cuenca del Arga, el Zidacos a partir del Cemborain y el barranco de la Puntillada en la cuenca del Aragón, el Sotón y sus tributarios y el barranco de la Violada en el Gállego, toda la red tributaria del alcanadre aguas debajo de las sierras exteriores aragonesas, así como el tramo bajo del Vero; la Clamor de Fornillos y la Clamor Vieja, el río Sosa y el barranco de Tamarite en el Cinca, el barranco de la Valcuerna y los afluentes del Segre en la zona de Urgell: Llobregós, Sío, Cervera, Corp y Sed, y Farfaña. El río de la Cana y la red del Ciurana. En la margen derecha, el tramo final del Alhama, el bajo Queiles y el bajo Huecha, también algunos afluentes al Jalón: Grío, barranco de Cariñena, Aranda desde la incorporación del Isuela, el tramo final del Jiloca, y el propio Jalón entre el Piedra y el Jiloca. También el Huerva desde Villanueva de Huerva, Ginel

y Lopín, la mayor parte de la red del Aguasvivas y del Martín, el Guadalupe desde Santolea con el Bergantes desde la Balma, y el Matarraña desde el Tastavíns con el Algás desde Estret, y Sec y Canaleta.

Las características medias de este tipo de ríos son las siguientes:

Variable	Media	Coef. Var. (%)
Altitud (m.s.n.m.)	425	51.3
Amplitud térmica anual (°C)	17.6	9.1
Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	499	394.2
Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	1.6	756.3
Caudal específico medio anual (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.0036	69.4
Conductividad base estimada (µS/cm)	545	31.1
Latitud (UTM 30)	4420686	4.6
Longitud (UTM 30)	657137	25.5
Orden del río (Stralher)	2	40.5
Pendiente media de la cuenca (%)	5	45.8
Porcentaje de meses con caudal nulo (SIMPA)	13	161.4
Temperatura media anual (°C)	14.8	9

Tabla 2.6. Tipo 9. Ríos mineralizados de media-baja montaña mediterránea.

#### Tipo 15. Ejes mediterráneo-continental poco universalizados.

Se identifican dentro de este tipo aquellos ríos que recorren la depresión del Ebro, como los del tipo 9 anteriormente descritos, pero con unos caudales mayores porque sitúan su origen en la zona montañosa pirenaica y vasco-cantábrica. Así, corresponden a este tipo el propio río Ebro, desde la incorporación del Jerea hasta la del Aragón, y algunos tramos medios y bajos de los principales afluentes por la margen izquierda: Zadorra desde Nanclares, Ega desde Estella, Arga desde Pamplona, Aragón desde Yesa y tramo final del Irati, Gállego desde Santa Eulalia, Cinca desde la incorporación del Ésera, y Segre desde el Pallaresa con el tramo bajo del Noguera Ribagorzana desde Santa Ana.

Las características medias del tipo se recogen en la siguiente tabla:

Variable	Media	Coef. Var. (%)
Altitud (m.s.n.m.)	522	48.4
Amplitud térmica anual (°C)	17.8	7.9
Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	3532	106.5
Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	38.4	88.7
Caudal específico medio anual (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.0123	44.7
Conductividad base estimada (µS/cm)	257	54.2
Latitud (UTM 30)	4603079	2.4
Longitud (UTM 30)	463078	45.3
Orden del río (Stralher)	4	19.1
Pendiente media de la cuenca (%)	6	38.7
Porcentaje de meses con caudal nulo (SIMPA)	1	378.8
Temperatura media anual (°C)	12.7	13.5

Tabla 2.7. Tipo 15. Ejes mediterráneo-continental poco mineralizados.

Tipo 16. Ejes mediterráneo-continental mineralizados.

Al igual que el caso anterior, este tipo identifica ríos importantes situados dentro de la depresión del Ebro, y se diferencia del tipo previo porque en este caso se evidencia una mayor mineralización de las aguas.

Dentro de la demarcación hidrográfica del Ebro únicamente se clasifica dentro de este tipo el río Jalón desde Calatayud, a partir de la incorporación del Jiloca.

Las características medias del tipo, dentro de la España peninsular, se presentan en el siguiente cuadro:

Variable	Media	Coef. Var. (%)
Altitud (m.s.n.m.)	554	34.8
Amplitud térmica anual (°C)	18.7	5.3
Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	6445	67.6
Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	20.8	48.4
Caudal específico medio anual (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.0040	40
Conductividad base estimada (µS/cm)	571	14.5
Latitud (UTM 30)	4418385	3.6
Longitud (UTM 30)	522574	23.8
Orden del río (Stralher)	5	11.2
Pendiente media de la cuenca (%)	4	41.9
Porcentaje de meses con caudal nulo (SIMPA)	0	3423.7
Temperatura media anual (°C)	13.8	11.7

Tabla 2.8. Tipo 16. Ejes mediterráneo-continental mineralizados.

Tipo 17. grandes Ejes en ambiente mediterráneo.

Para terminar, este tipo diferencia a los tramos medios y bajos del Ebro del resto de los segmentos fluviales de la demarcación. Se incluye el río principal desde la incorporación del Aragón hasta desembocadura y también el segmento final del Segre tras la incorporación del Cinca.

Las características medias del tipo son las siguientes:

Variable	Media	Coef. Var. (%)
Altitud (m.s.n.m.)	286	78.9
Amplitud térmica anual (°C)	18	10.7
Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	34132	57.4
Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	164.8	79.6
Caudal específico medio anual (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.0046	45.7
Conductividad base estimada (µS/cm)	390	32.1
Latitud (UTM 30)	4424258	3.7
Longitud (UTM 30)	413126	50.2
Orden del río (Stralher)	6	20
Pendiente media de la cuenca (%)	3	31.4
Porcentaje de meses con caudal nulo (SIMPA)	2	449.8
Temperatura media anual (°C)	15.3	12.7

Tabla 2.9. Tipo 17. Grandes ejes en ambiente mediterráneo.

**2.3.2. Tipificación de lagos**

La tipificación de los lagos y humedales de la cuenca del Ebro se ha realizado a partir del inventario de zonas húmedas incluidas en la capa digital disponible en la Oficina de Planificación Hidrológica; (ver apartado 2.2.2. Identificación de lagos ) que incluye algo más de 700 polígonos; éstos representan, en general, espejos de agua en lámina libre de al menos 5.000 m<sup>2</sup>.

La tipificación realizada muestra coherencia con el sistema A del anexo II de la DMA, y con los criterios adoptados por el CEDEX para la tipificación de los lagos de España; y también se adapta a las condiciones regionales de la cuenca del Ebro. Los descriptores utilizados han sido los siguientes:

**Parámetros obligatorios (sistema B):**

- **Altitud:** Calculada a partir de un modelo de elevación de 25 metros y usando el valor mayoritario (moda) de los píxeles de cada polígono asignado a un lago.
- **Geología:** A partir del mapa geológico digital de la demarcación disponible en el GIS-Ebro y la capa de lagos, mediante cálculo del porcentaje de superficie del polígono ocupado por las clases litológicas previamente identificadas.
- **Profundidad:** Incluida indirectamente al considerar que los lagos permanentes en las cuencas sedimentarias tienen más de 2 m de profundidad.
- **Latitud y longitud:** No incluidas en la tipificación regional pero asumidas al adoptarse la clasificación final del CEDEX.

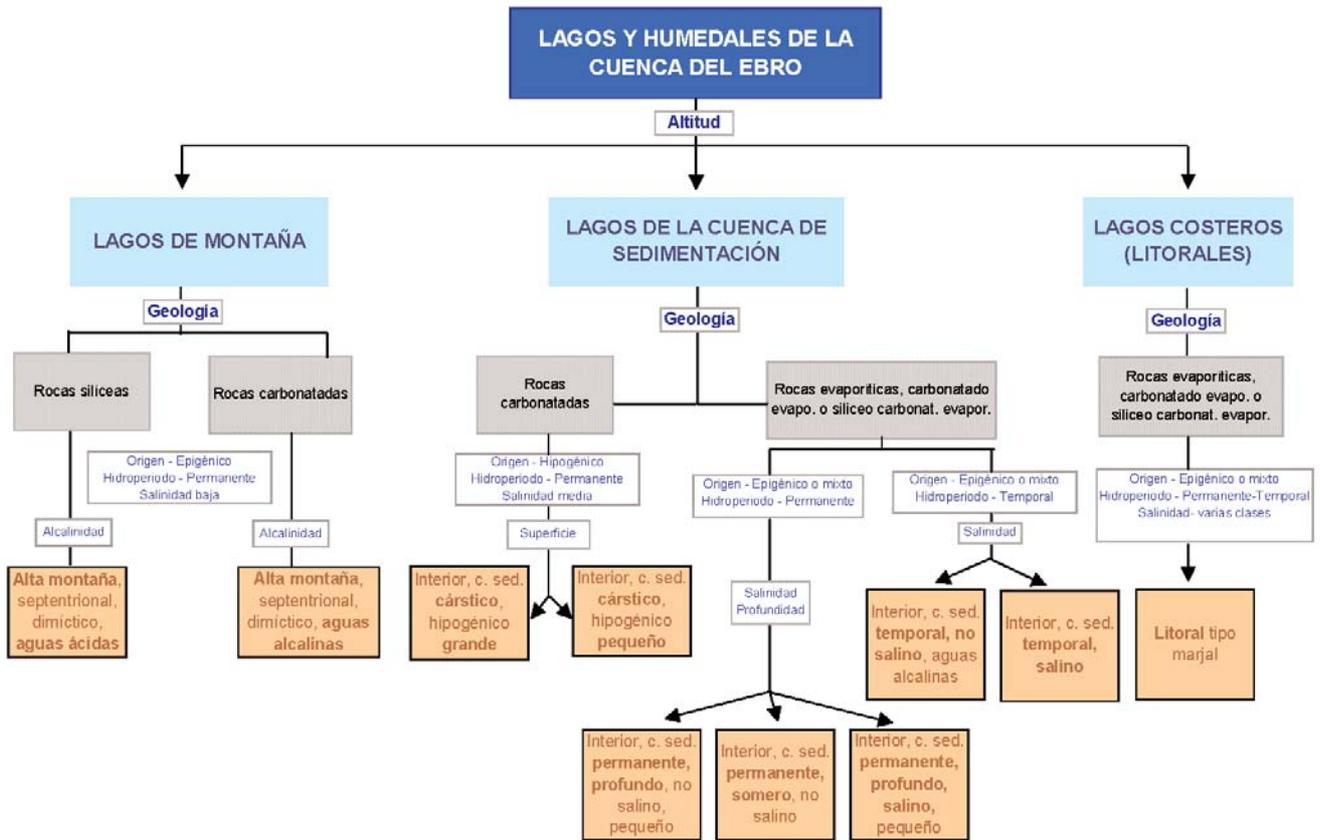


Fig. 2.17

**Parámetros opcionales (sistema B):**

Los parámetros seleccionados proceden de la caracterización hidrológica presentada anteriormente, en el epígrafe 1.3.4.

- Origen hidrológico del agua: Epigénico, hipogénico y mixto.
- Hidroperiodo: Permanente (fluctuante y no fluctuante) y temporal (estacional y errático).
- Salinidad: alta, media y baja.
- Superficie: Inicialmente sólo se ha adoptado para separar los lagos cársticos (grande > 50 ha, pequeño < 50 ha).

Los tipos resultantes se han comparado con los obtenidos por el CEDEX para toda España, y se ha procedido al ajuste final de los grupos. Se han obtenido 10 tipos según se muestra en el diagrama adjunto:

Se ha asignado tipo, según la metodología descrita, a 680 lagos y humedales (de los 706 incluidos en la capa digital de trabajo). El número de lagos para cada tipo es el siguiente:

Tipo	Nº lagos
Alta montaña septentrional, dimictico, aguas ácidas	472
Alta montaña septentrional, dimictico, aguas alcalinas	19
Cuenca de sedimentación, cárstico, hipogénico, grande	2
C. sedimentación, cárstico, hipogénico, pequeño	16
C. sedim., permanente, profundo, no salino	10
C. sedim., permanente, somero, no salino	35
C. sedim., temporal, no salino, aguas alcalinas	53
C. sedim., permanente, profundo, salino	1
C. sedim., temporal, salino	56
Litoral tipo marjal	8

Tabla 2.10

**2.3.2.1. Lagos de montaña**

Incluye los lagos de alta montaña septentrional, dimicticos, distinguiéndose entre los de aguas ácidas y aguas alcalinas.

Constituyen un grupo bastante homogéneo de masas de agua asociadas a la acción de los glaciares. Las diferencias que se aprecian en estos lagos suelen tener que ver con la forma y dimensiones y, en menor grado, con las características fisicoquímicas de las aguas.

La forma y dimensiones de los lagos dependen del modelado glaciar y del grado de aterramiento. Tras la formación de las cubetas, generalmente por erosión, y la retirada de los glaciares, es decir, a partir de que el lago se comporta como tal, comienza su relleno con los arrastres de la cuenca y con los restos de la actividad biológica que se desarrolla en el seno de sus aguas, dando lugar a un amplio abanico de posibilidades donde se encuentran desde los auténticos lagos dimícticos (congelados en invierno y con estratificación estival en verano), hasta masas de agua someras o prácticamente colmadas por sedimentos.

Las aguas se caracterizan por su baja mineralización y elevada transparencia, como corresponde a su origen predominantemente meteórico. En las cuencas silíceas la conductividad eléctrica no suele pasar de los 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  mientras que en las carbonatadas, esta cifra puede llegar a triplicarse y sobrepasar los 0,3 meq/L de alcalinidad, umbral adecuado para diferenciar lo que el CEDEX considera aguas ácidas (Tipo de alta montaña septentrional, dimíctico, aguas ácidas) y aguas alcalinas (Tipo de alta montaña septentrional, dimíctico, aguas alcalinas) de alta montaña.

El poblamiento de estos lagos es relativamente simple. El plancton está dominado por pequeños flagelados (crisofíceas, clorofíceas) y algas diatomeas, algunos microcrustáceos braquiópodos (*Daphnia*, *Chydorus*), crustáceos copépodos y rotíferos, pero es muy poco denso debido a la escasez de nutrientes del sistema. La gran penetración de la luz permite distribuciones muy particulares, con máximos de producción algal en profundidad, en ocasiones ligados a la zona donde el gradiente de densidad es máximo cuando el lago está estratificado en verano. Los lagos que poseen una forma adecuada (taludes litorales con poca pendiente) y un sedimento capaz de mantener vegetación acuática sumergida, presentan las orillas pobladas por *Carex*, y el litoral por *Isoetes*, un helecho acuático, y otras plantas superiores como *Subularia aquatica*, *Sparganium affine* y *Ranunculus aquatilis*. Los fondos de menos de 10 m de profundidad se encuentran colonizados por *Myriophyllum* y *Nitella flexilis*, esta última un alga macroscópica. Los lagos de montaña caen dentro del dominio de la trucha (*Salmo trutta*).

En Los Pirineos la mayoría de los lagos se localizan en la parte silícea de la zona central, menos permeable, y en las vertientes septentrionales de los valles donde el glaciario fue más intenso. Algunos lagos alcanzan dimensiones considerables, como el de Certascán

(represado), en la cabecera del río Noguera de Cardós, en el pirineo leridano, con 60 ha y 100 m de profundidad. El tipo de estos lagos es prioritariamente de circo en las cabeceras de los valles, con una cuenca reducida y profundidad media superior a los 10 m, de contorno circular y aguas muy puras (Redó, Sant Gerber, Negre, entre otros del Pirineo de Lérida). Los lagos del fondo del valle son más escasos, con cuenca de recepción mayor, más someros (menos de 10 m de profundidad) y más productivos (Llauset en el Pirineo de Huesca, Llong, Llebreta y Sant Maurici, en el de Lleida). En total, hay más de un millar. La parte caliza del macizo central carece prácticamente de lagos por ser el sustrato mucho más permeable. En la región de Panticosa (Pirineo de Huesca) hay un grupo considerable (Bachimaña, de Pecico, Azules, Bazato...) que se ubican sobre un afloramiento cristalino. Más al este hay algunos aislados (lago helado de Marboré, en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido). En el Pirineo occidental, los fenómenos lacustres son raros y muy poco desarrollados. El agua se estanca en áreas colmatadas de sedimentos (ibón Atxerito, en el valle de Hecho, Huesca).

El otro grupo de lagos de montaña se encuentra en la vertiente riojana del Sistema Ibérico, donde se encuentran unas pocas unidades, concretamente en la sierra de Urbión (lagunas de Urbión y Neila). El sustrato es silíceo y las aguas extremadamente poco mineralizadas

### **2.3.2.2. Lagos cársticos**

Se encuentran, en la cuenca del Ebro, lagos cársticos hipogénicos grandes (>50 ha) y pequeños.

Estos lagos se encuentran habitualmente relacionados con procesos cársticos, sobre materiales carbonatados. Muchas veces se forman a lo largo de sistemas circulares y se van conformando, combinando procesos de disolución, hundimiento de las calizas y precipitación química. Otra forma de lagos cársticos con renovación de agua son los limnocrenos, que reciben aportes de agua por el fondo. En ocasiones, los lagos cársticos constituyen simples "ventanas cársticas", es decir, torcas o dolinas originadas por hundimiento, que interceptan en mayor o menor grado el acuífero regional. Las aguas son generalmente ricas en bicarbonatos y sulfatos, y la conductividad suele encontrarse en torno a los 800 - 2.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

En las partes más someras de estos lagos (hasta 4-5 m) crece vegetación sumergida (*Potamogeton pectinatus*,

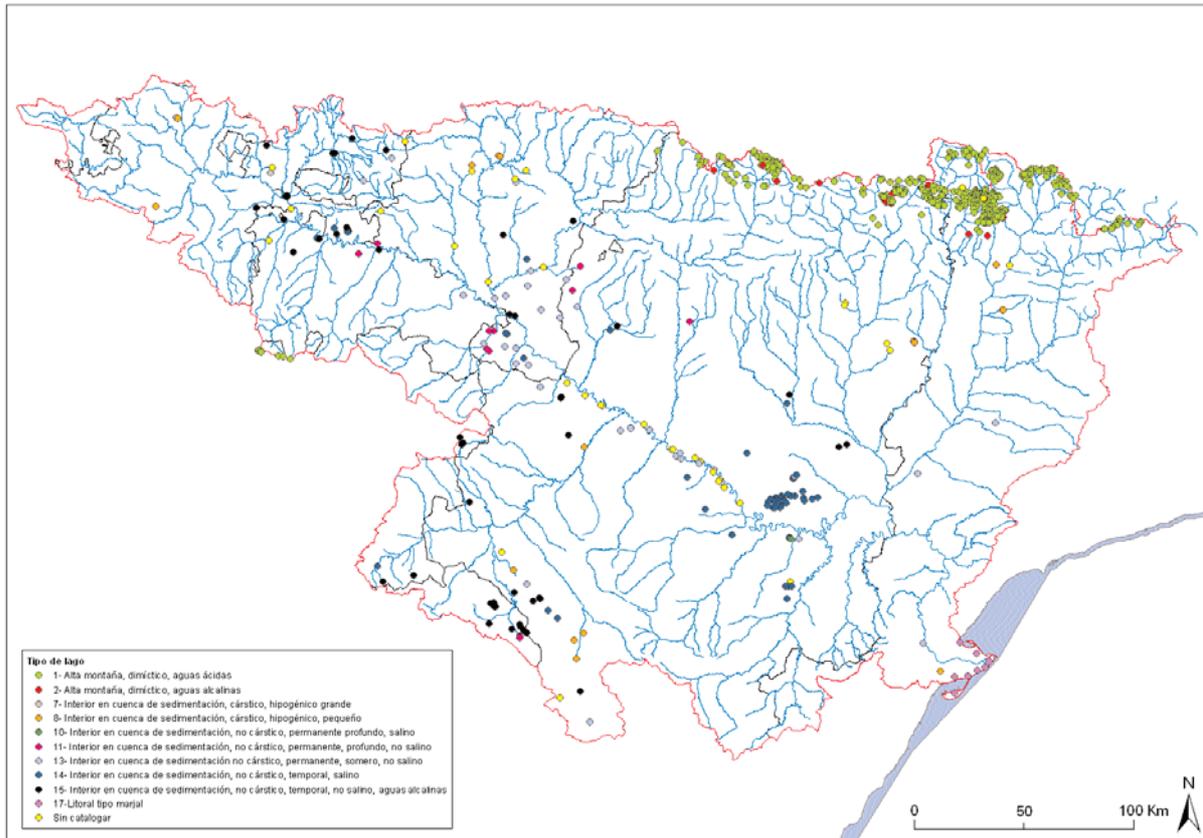


Figura 2.17. Distribución de los tipos de lagos de la cuenca del Ebro

*P. coloratus*, *Myriophyllum spicatum*) y ricas praderas de macroalgas caráceas (*Chara hispida*, *Chara aspera* y *Nitellopsis obtusa*). En el litoral se desarrollan, como plantas acuáticas, pero emergidas, carrizo (*Phragmites australis*) y masiega (*Cladium mariscus*).

En la cuenca del Ebro se conocen 18 lagos cársticos. Los más importantes son tres lagos prepirenaicos Estaña (Huesca), Montcortés, Basturs (ambos en Lleida) y Arreo (estribaciones de la Cordillera Cantábrica, en la provincia de Álava). El mayor es el lago grande de Estaña. Montcortés tiene la particularidad de ser meromíctico.

### 2.3.2.3. Lagos en cuencas sedimentarias

Los lagos de las cuencas sedimentarias configuran un conjunto considerablemente heterogéneo. En general, en estos territorios la disponibilidad de agua es baja, lo que hace que los factores regionales se manifiesten con mayor intensidad.

Estos lagos suelen formarse en materiales detríticos, más o menos erosionables y más o menos salinos, y su fuente de alimentación puede ser meteórica, subterránea (acuífero regional o subsuperficial) o mixta.

La salinidad depende del tipo de sustrato y del origen y cantidad de agua disponible. Cuanto más seco es el clima y el sustrato más rico en sales solubles (evaporitas) las aguas serán más saladas. En ocasiones, la salinidad se ve también incrementada por aportaciones de acuíferos regionales, cuyas aguas han sufrido procesos químicos complejos por su larga permanencia en matrices arcillosas de muy baja permeabilidad, y son muy salinas.

El hidroperiodo es función de las aportaciones hídricas y la profundidad de las cubetas. Por encima de 2 m de profundidad las aguas son permanentes en la cuenca del Ebro, razón por la cual los ganaderos profundizan las lagunas naturales para mantenerlas como abrevaderos durante todo el año.

De acuerdo con la caracterización realizada se distinguen 5 tipos de lagos (se indican algunos ejemplos):

- Permanentes profundos no salinos (Laguna Honda)
- Permanente somero no salino (Galachos de Juslibol y La Alfranca, laguna de Lor, Guialguerrero, La Estanca de Chiprana)

- Permanente profundo salino (Laguna Salada de Chiprana)
- Temporal no salino, aguas alcalinas (Laguna de La Zaida, Encharcamientos de Salburúa).
- Temporal salino (laguna de Gallocanta, de la Playa, Pitillas, Carravalseca, conjunto de saladas de Sástago y Bujaraloz).

Los lagos con aguas poco o medianamente mineralizadas se dan en materiales poco solubles (arcillas, rañas). La conductividad raramente sobrepasa los 3.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Cuando las cubetas son profundas como es el caso de las lagunas Honda y Guialguerrero, y algunos galachos del río Ebro, las aguas son permanentes, aunque pueden presentar fluctuaciones importantes. En estos lagos se forman cinturones importantes de helófitos (*Phragmites*, *Scirpus lacustris*, *Typha*) y los fondos se ven colonizados por hidrófitos. En los casos en los que las cubetas son más someras, las aguas son temporales y su composición química es muy variable en función de la fase del hidropériodo en la que se encuentran: salinidad muy baja en la época de llenado y más alta a medida que se acerca la desecación. En estos lagos la comunidad biológica, tanto vegetal como animal, va evolucionando temporalmente a tenor de las condiciones que se vayan creando a lo largo de periodo de inundación, de forma que aparecen especies propias de las etapas iniciales de la sucesión en las fases tempranas y otras especies características de etapas más maduras. La mayor parte de las especies de la comunidad biológica dejan formas de resistencia en el sedimento, que van activándose a medida que se van produciendo condiciones favorables, por lo que muchos de estos lagos llegan a constituir importantes reservas de biodiversidad.

Los lagos con aguas muy mineralizadas o saladas ( $> 8.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) se encuentran en materiales con una gran componente evaporítica y sometidos a regímenes endorréicos o recibiendo aportes de aguas subterráneas saladas. Como en los lagos poco o medianamente mineralizados la salinidad varía mucho a lo largo del hidropériodo, pero se diferencian de ellos en que las comunidades biológicas son halófilas (plantas quenopodiáceas, meiobentos e hidrófitos característicos). En la cuenca del Ebro sólo se conoce un lago salado permanente y natural, que además es único en la península Ibérica (Laguna Salada de Chiprana). El resto de lagos son temporales aunque con ciclos de inundación y sequía más o menos largos. Destacan por su importancia los lagos de Monegros, dos lagos situados en la Rioja Alavesa (lagunas de Carravalseca y

Carralagroño) y la Laguna de Gallocanta; los primeros claramente estacionales mientras que la laguna de Gallocanta posee inundaciones y sequías plurianuales

#### 2.3.2.4. Lagos costeros tipo marjal

Los lagos litorales de la cuenca del Ebro se encuentran en el delta, éstos son considerablemente salinos y relativamente someros. Actualmente su ciclo hidrológico se encuentra regulado por el cultivo del arroz, cuyos campos retienen el agua en los períodos que corresponderían a la máxima inundación de los lagos. En todo el delta domina el carrizal, aunque en algunos lugares aparecen saladares y juncales indicadores de condiciones salinas. La vegetación acuática muestra un desarrollo y variedad notables no sólo en los lagos menos eutrofizados, sino también en los arrozales (*Potamogeton*, *Najas*, *Ruppia*, *Nitellopsis*), y lo mismo sucede con las comunidades de invertebrados acuáticos

#### 2.3.3. Caracterización de aguas de transición

Como ya se ha indicado en la introducción a este capítulo, la información referida a las aguas de transición y a las aguas costeras está pendiente de armonizarse con los criterios que a tal efecto procedan de la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente.

En la demarcación del Ebro se distinguen dos ambientes de transición: el estuario del Ebro (tramo fluvial desde Tortosa a la desembocadura) y las bahías deltáicas (El Fangar y Alfacs). La tipificación se ha realizado según el sistema B y los factores utilizados han sido los siguientes:

La clasificación resultante es la siguiente:

Factores obligatorios	<p>Latitud Longitud Amplitud media de las mareas (&lt;1 m) Salinidad media anual</p>
Factores opcionales	<p>Profundidad Hidrodinamismo Morfología Rango de la temperatura del agua</p>

Tabla 2.11

Inicialmente se diferencian dos tipos el representado por el estuario y el de las bahías, no obstante en el estuario se podrían diferenciar dos tipos en función de la influencia de la cuña salina la cual depende del caudal del río (según Ibáñez et al, 1997):

	Estuario	Bahías
Salinidad (‰)	Aguas oligohalinas < 5 ‰	Aguas euhalinas 30 - 40 ‰
Profundidad máxima	Variable	4-6 m
Hidrodinamismo	Variable	Bajo
Morfología	Fluvial	Costeras confinadas

Tabla 2.12

- Tramo de estuario no influido por la cuña salina.
- Tramo de estuario influido por la cuña salina.

El tramo de estuario no influido por la cuña salina se localiza entre Tortosa y la desembocadura del barranco de La Galera. La cuña salina no alcanza el tramo en la actualidad (con el río regulado). No obstante antes de la regulación y con caudales muy bajos (en veranos muy secos) la cuña salina podía alcanzar este tramo. En este tramo las aguas son siempre oligohalinas .

En el tramo influido por la cuña salina puede subdividirse en dos subtramos:

- Desde la desembocadura del barranco de La Galera (a 32 km del mar) hasta la isla de Gracia. En este tramo se puede encontrar cuña salina con caudales inferiores a 100 m<sup>3</sup>/s.
- Desde la Isla de Gracia (Deltebre) hasta la desembocadura en el mar. Es la zona donde la presencia de la cuña salina es mas frecuente, y ésta se encuentra siempre que el caudal sea inferior a 300 m<sup>3</sup>/s. Con caudales superiores a 300 m<sup>3</sup>/s la cuña salina no se puede formar y el estuario está dominado por las aguas fluviales.

En este tramo las aguas superficiales son oligohalinas pero en el fondo pueden encontrarse aguas euhalinas. Estas aguas profundas pueden ser anóxicas. Las bahías de El Fangar y Alfacs son sistemas costeros confinados y estratificados con bajo hidrodinamismo. Presentan una haloclina marcada con aguas marinas en el fondo y aguas dulces continentales en la superficie.

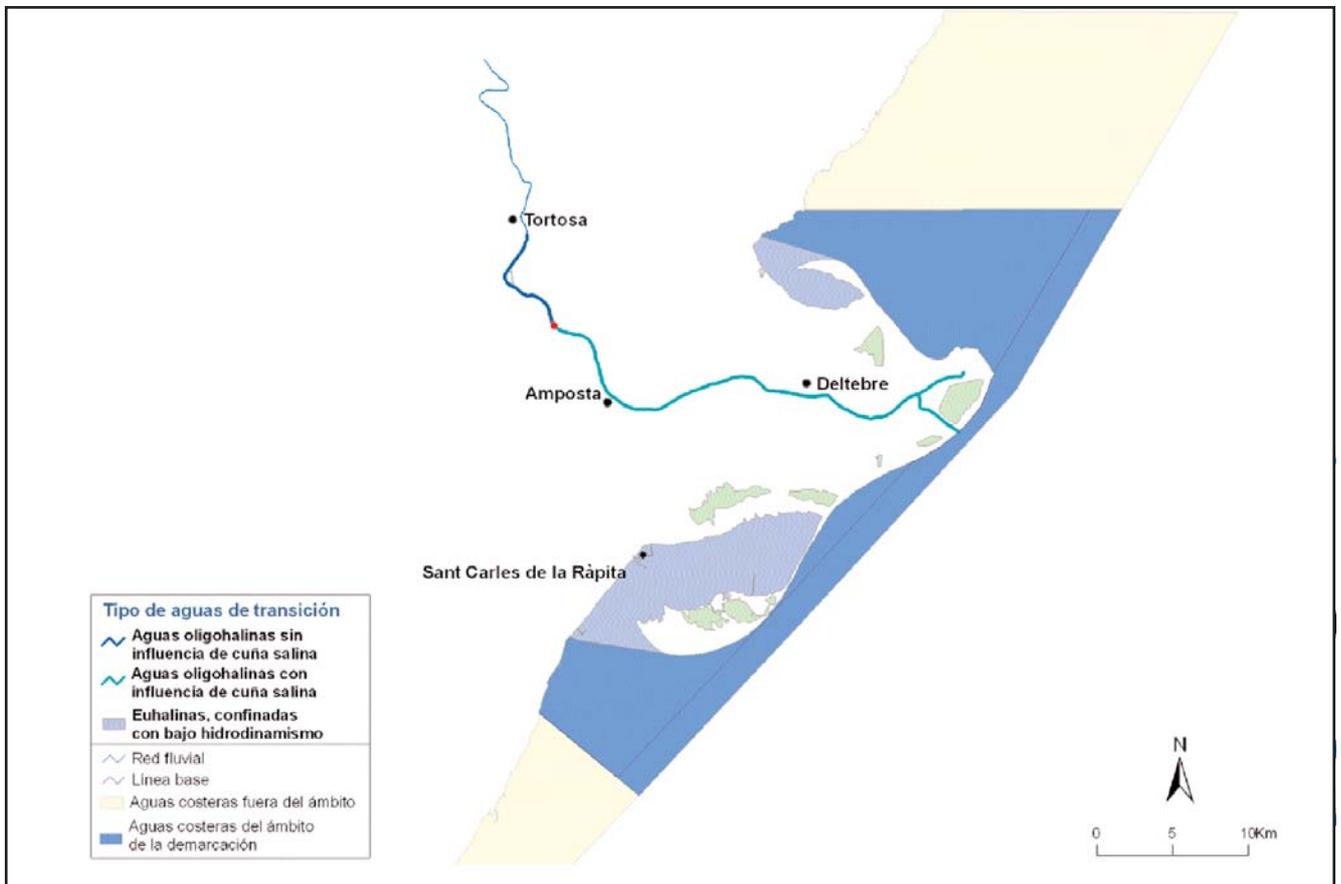


Figura 2.18. Tipos de aguas de transición en la demarcación de la cuenca del Ebro.

### 2.3.4. Caracterización de aguas costeras

Se recuerda nuevamente que la información referida a las aguas costeras está pendiente de armonizarse con los criterios que a tal efecto procedan de la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente.

De acuerdo con el apartado 1.2.3. del Anexo II de la DMA, las aguas costeras de la demarcación de la cuenca del Ebro pertenecen a la región ecológica Mar Mediterráneo, la cual se califica en la guía COAST (CE, 2002c) como de aguas euhalinas y propiedades hidrodinámicas moderadas. Para identificar el tipo al que pertenecen se ha aplicado el método utilizado por la Agencia Catalana del Agua para las aguas costeras de Cataluña. Éste utiliza el sistema B de la DMA y los siguientes factores Tabla 2.13.

Los tipos que están presentes en las aguas costeras de Cataluña son tres: rocoso-profundo, arenoso-profundo y arenoso-somero. El tipo arenoso-somero es el que se encuentra en las aguas costeras de la demarcación del Ebro.

Factores obligatorios	Latitud Longitud Amplitud media de las mareas (<1 m) Salinidad media anual	
Factores opcionales	Profundidad	Profundo : >40m a 1 milla Somero: < 40 m a 1 milla
	Composición media del sustrato	Rocoso Arenoso

Tabla 2.13

No obstante las aguas situadas en la franja de aguas costeras (según la definición de la DMA) del delta presentan un clara influencia de aportes de agua dulce. Estas aguas presentan salinidades que no superan 36‰, mientras que la salinidad característica del agua marina es superior a 37‰. También se miden concentraciones de nitrato y fosfato elevadas, atribuidas la influencia del río, que difícilmente se encuentran en las aguas costeras de otros puntos del litoral. En la tabla 2.14 se observa que los valores medidos cerca de la costa son un orden de magnitud superior que los que se miden a 1,5 km (Trabucador y Alcanar). A esta distancia, sin embargo, se aprecia todavía la influencia del río en dos de las estaciones, con valores claramente dis-

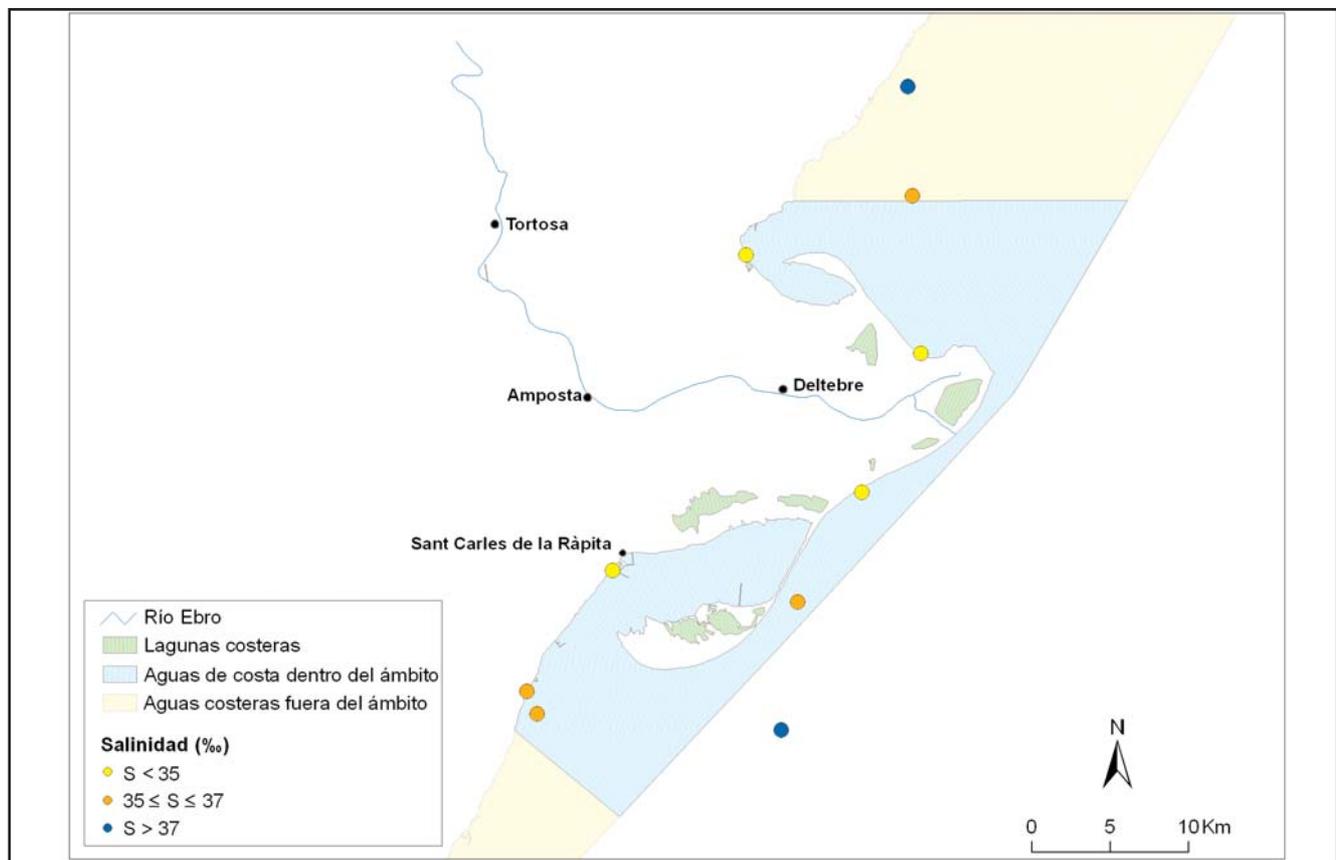


Figura 2.19. Salinidad medida en las estaciones situadas dentro del ámbito de la demarcación hidrográfica del Ebro de la red de control ambiental del Departamento de Medio Ambiente de la Generalidad de Cataluña. La estación situada dentro de la DH Cuencas Internas de Cataluña -frente al Municipio de l'Ametlla- sirve como referencia de valores en agua costera. Umbrales de salinidad (en ‰).

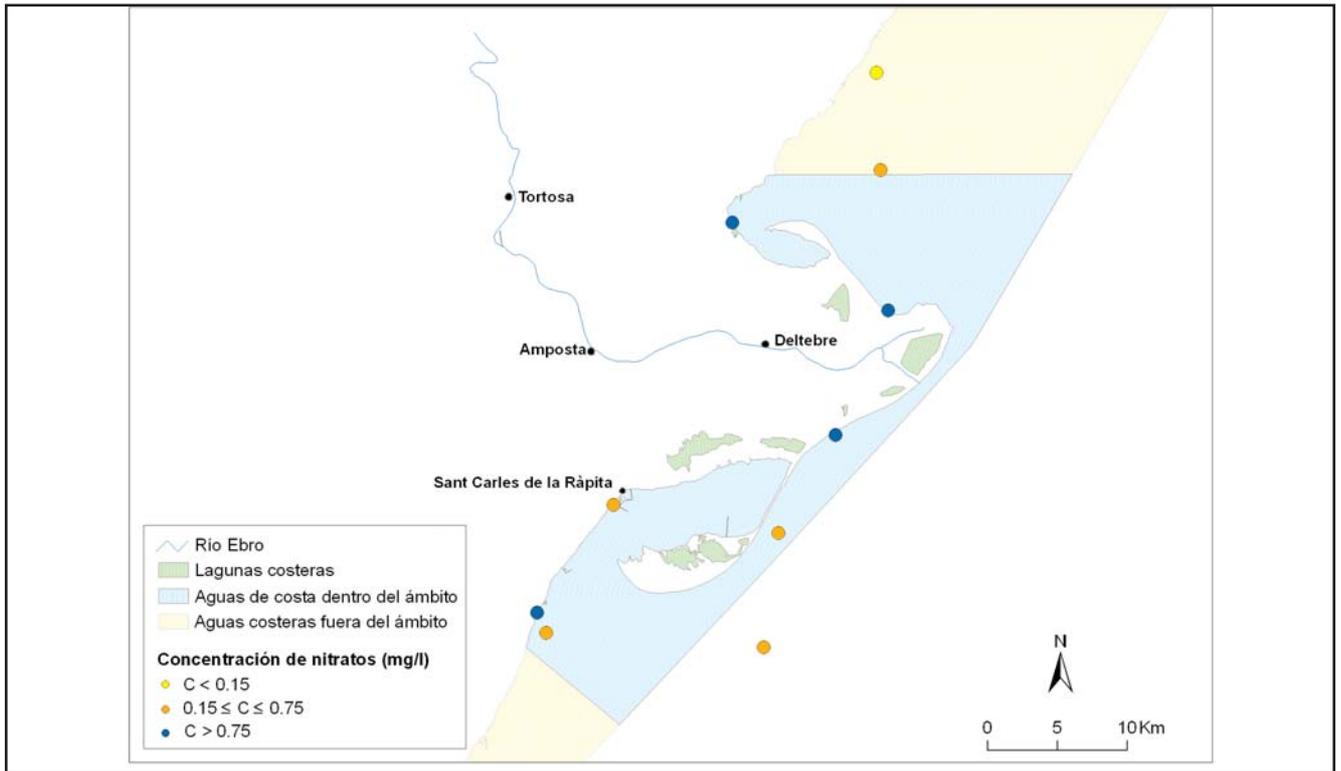


Figura 2.20. Concentración de nitratos medida en las estaciones situadas dentro del ámbito de la demarcación hidrográfica del Ebro de la red de control ambiental del Departamento de Medio Ambiente de la Generalidad de Cataluña. La estación situada dentro de la DH Cuencas Internas de Cataluña -frente al Municipio de l'Ametlla- sirve como referencia de valores en agua costera. Umbrales de nitratos (en mg/l).

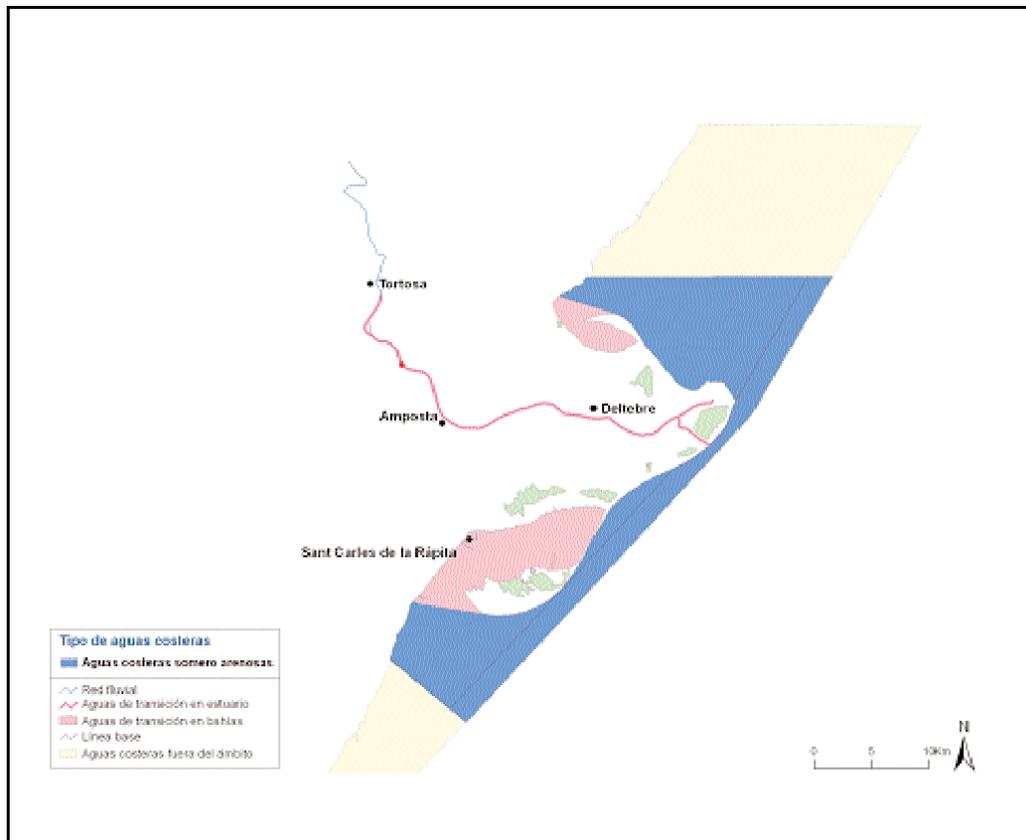


Figura 2.21 Tipo de aguas costeras de la demarcación de la cuenca del Ebro. Se identifica el tipo somero arenoso.

tintos de salinidad y nutrientes de los que se miden en la estación l'Ametlla, perteneciente al ámbito de la demarcación hidrográfica de las cuencas internas de Cataluña, y cuyas características son plenamente marinas (ver Figuras 2.19 y 2.20).

Municipio	Salinidad (mg/l)		Clofolla a (µg/l)		NO <sub>3</sub> (µmol/l)		PO <sub>4</sub> (µmol/l)	
	m	d.s	m	d.s	m	d.s	m	d.s
Muestreo en playa								
L'Ampolla	31,7	7,5	4,8	5,6	16,7	21,5	0,4	1,9
Deltebre	25,9	10,6	4,2	4,6	65,4	93,5	0,9	1,3
Amposta	34,6	3,9	5,9	12,6	12,3	16,5	0,2	0,3
Sant Carles de la Ràpita	34,6	3,6	4,6	5,8	10,0	19,9	0,3	0,6
Alcanar	35,6	1,2	1,8	1,0	14,7	8,7	0,3	0,4
Muestreo a 1,5 Km								
L'Ametlla	37,2	1,7	0,4	0,3	1,7	3,8	0,1	0,1
Trabucador	36,1	2,1	0,9	0,8	7,9	11,3	0,1	0,1
Alcanar	35,5	2,0	1,1	1,0	7,4	7,5	0,1	0,1

Tabla 2.14.- Parámetros físico-químicos medidos en las aguas de costa en el ámbito de la demarcación hidrográfica del Ebro. Se presentan los datos obtenidos a pocos metros de la costa (playa) y a 1.5 Km de distancia. Se dan la media (m) y desviación estándar (D.S) de salinidad y concentración de clorofila, nitratos y fosfatos obtenidos desde 1994 hasta el 2004 por la red de control ambiental de aguas marinas (Red de control de las aguas litorales) del Departamento de Medio Ambiente de la Generalidad de Cataluña (valores cedidos por la Agencia Catalana del Agua).

## 2.4. Establecimiento de condiciones de referencia

La DMA requiere la identificación de las condiciones de referencia específicas de cada tipo; esto incluye las condiciones hidromorfológicas y fisicoquímicas específicas de cada tipo y las condiciones biológicas que definen el estado ecológico "muy bueno" para cada uno de dichos tipos.

Para la consecución de esta tarea se atiende a las directrices de la guía REFCOND (CE, 2003d). De acuerdo con esta guía las condiciones de referencia en una masa de agua se dan cuando ésta no se encuentra sometida a presiones antrópicas, o éstas son tan poco importantes que apenas afectan a sus características fisicoquímicas, hidromorfológicas y biológicas. A falta de disponer de los resultados del análisis de presiones e impactos, con el que se completará este trabajo, el método para establecer las condiciones de referencia se ha basado en:

- Identificación de las posibles masas de agua (tramos de ríos y lagos) que de acuerdo con la información disponible parecen adecuadas como referencia, ya que en principio parece que en ellas no existen alteraciones antropogénicas o existen alteraciones de muy escasa importancia.
- Validación de la masa de agua (lago y tramo de río) como de referencia a partir de la visita y evaluación de los aspectos de calidad hidromorfológica, fisicoquímica y biológica.
- Medición de los valores que alcanzan los indicadores relevantes, correspondientes al estado ecológico "muy bueno".

La metodología que se está aplicando para cada categoría de aguas superficiales muestra algunas diferencias, por lo que se describen los procedimientos por separado.

### 2.4.1. Ríos

Los primeros trabajos destinados a estimar las condiciones de referencia en los ríos de la demarcación hidrográfica del Ebro (CHE, 1999a) son incluso previos a la aprobación de la Directiva Marco. El informe completo se encuentra disponible en Internet dentro de: <http://www.chebro.es>

El citado trabajo utiliza dos fuentes de datos, por un lado la tipificación preliminar realizada (CHE, 1998b; a la que se ha hecho referencia en 2.3.1.1.) y por otro los registros de fauna macroinvertebrada disponibles como resultado de la explotación de la Red de Control de Variables Ambientales (ver 1.8.2.1.3.), que acumulaba una serie temporal de varios años en más de 450 estaciones de muestreo. El resultado permitió calibrar un bioindicador de uso extendido (BMWP') (Alba y Sánchez, 1988) para cada uno de los tipos definidos.

Con posterioridad, e independientemente de estos trabajos, se realizó una preselección de estaciones en tramos no afectados o poco alterados, que posteriormente se completó (MMA, 2004a), y revisó con ayuda de nuevos criterios (MMA, 2004c) y de los resultados del proyecto GUADALMED (Bonada et al., 2002). Inicialmente se han identificado y visitado 70 tramos fluviales, de los que se han muestreado 53 de ellos por considerarse idóneos. Están representados todos los tipos de ríos excepto uno (ejes mediterráneo continentales mineralizados), si bien en algunos no se han encontrado estaciones de referencia hasta el momento (Grandes ríos en ambiente mediterráneo, Ríos de mine-

realización baja en montaña mediterránea, (ejes mediterráneo continentales poco mineralizados). A partir de este muestreo se han obtenido los valores para los indicadores biológicos analizados (índice IBMWP para invertebrados bentónicos e índices IPS e IBD para el fitobentos); también se han medido indicadores hidromorfológicos (IHF y QBR) y físicoquímicos (temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, pH, amonio, N-NO<sub>2</sub> y P-PO<sub>4</sub>).

En la situación actual del trabajo, todavía se precisa avanzar en las siguientes actividades:

- Validar los resultados obtenidos a la luz de los resultados del estudio de presiones e impactos.
- Completar la búsqueda de estaciones de referencia en los tipos sin estaciones de referencia o con un número insuficiente.
- Buscar datos históricos para la determinación del umbral del estado ecológico "muy bueno" según criterio de expertos en los tipos en los que finalmente sea imposible encontrar masas de agua de referencia.
- Obtener datos para el indicador biológico de peces en estaciones seleccionadas de referencia.

#### 2.4.2. Lagos

Los trabajos de identificación de condiciones de referencia en los lagos de la demarcación hidrográfica del Ebro están menos avanzados que los de ríos. Esto se debe a que la información disponible está más dispersa y procede de metodologías no directamente comparables.

El método de trabajo que se está aplicando consiste en la identificación, según la información disponible, de posibles lagos de referencia, la valoración de éstos según criterios de presiones, su visita para comprobar su estado y el muestreo de la comunidad biológica para obtener los valores de los indicadores seleccionados.

Se toma como punto de partida la base de datos de humedades contenida en el sistema de información que apoya la implantación de la DMA en la demarcación del Ebro, al que se ha hecho referencia en 2.1. Este sistema recoge la información acumulada durante las labores de caracterización, la cual incluye datos sobre el grado de intervención a que está sometido cada humedal (ver apartado 1.3.4.). También se han consultado los trabajos realizados por algunas comunidades autónomas: Aragón (Gobierno de Aragón, 2004b),

Cataluña (Agencia Catalana del Agua, 2003 y 2004) y País Vasco (Gobierno Vasco, 2004) y el estudio sobre las lagunas peninsulares de Alonso (1998). También se consulta la cartografía disponible, incluyendo fotos aéreas.

Para la identificación de las presiones en los lagos presentes en la demarcación hidrográfica del Ebro, se analizan los siguientes indicadores:

#### Hidromorfológicos

- Represamiento. Afecta principalmente a los lagos de montaña.
- Ahondamiento de las cubetas para aumentar la permanencia del agua. Afecta principalmente a lagos interiores en cuencas de sedimentación temporales no salinos. Esta acción se realiza con objeto de favorecer la disponibilidad de agua para atender a la cabaña ganadera.
- Detracciones de agua. Afecta a los lagos de montaña que se encuentran intercomunicados con objetivos generalmente hidroeléctricos o turísticos (cañones de nieve).
- Desecación. Afecta principalmente a lagos interiores en cuencas de sedimentación temporales no salinos, con objetivos agrícolas (drenaje para el aprovechamiento de tierras).
- Aportaciones superficiales o subterráneas de excedentes de riegos. Afecta a todo tipo de lagos interiores en cuencas de sedimentación.

#### Físicoquímicos

- Eutrofización. Afecta principalmente a lagos de montaña por fertilización procedente de la ganadería extensiva.
- Contaminación por vertidos y por aportes difusos. Afecta principalmente a los lagos interiores en cuencas de sedimentación.

Para la selección previa de los lagos a visitar se utilizan los siguientes criterios:

#### Lagos de montaña

- Se eligen aquellos en los que no se aprecia la presencia de infraestructuras ni en la cartografía ni en los ortofotomapas, y los que se encuentran lejos de urbanizaciones y/o pistas de esquí. Como la mayor parte de los lagos que por su tamaño podrían ser considerados masas de agua se encuentran represados, se

eligen los que cumplan con los criterios señalados aunque sean más pequeños.

#### Lagos cársticos

- Se eligen todos

#### Lagos interiores de cuenca de sedimentación

- Se eligen aquellos que no se encuentran afectados por regadíos ni desecados.

Una vez elegidos los lagos de acuerdo con los criterios mencionados, se visitan, y se eligen como lagos de referencia aquellos en los que se comprueba la inexistencia o la baja incidencia de las presiones antrópicas existentes.

Finalmente para cada tipo de lago se establecen las condiciones de referencia para todos los elementos de calidad relevantes, y de acuerdo con las directrices de la DMA.

Durante el verano de 2004 se han analizado y muestreado 12 lagos del tipo de *alta montaña septentrional dimícticos* y *aguas ácidas* que agrupa 472 lagos y humedades de la demarcación del Ebro. Los indicadores biológicos analizados han sido fitoplancton, macrófitos, e invertebrados bentónicos; también se han valorado indicadores fisicoquímicos (temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, pH y nutrientes) e hidromorfológicos (características del sustrato y de la zona de ribera).

En la primavera e inicio de verano del año 2005 se espera completar las visitas de campo y realizar los muestreos suficientes para la identificación de las condiciones de referencia para todos los tipos de lagos existentes en la demarcación hidrográfica del Ebro.

La información sistemática requerida por la Comisión Europea referida al establecimiento de las condiciones de referencia se presenta en la ficha SWB4, incluida en el CD.

## **2.5. Identificación de las masas de agua subterránea**

El trabajo de identificación se ha realizado en coordinación con el MIMAM, que está llevando a cabo la identificación de las masas de agua subterránea para

todas las cuencas intercomunitarias españolas (MMA, 2005). En una primera fase se definieron los criterios de identificación y delimitación, teniendo en cuenta los documentos guía de la Comisión Europea (CE, 2003c) y los documentos franceses a este respecto (BRGM, 2003a y 2003b). En síntesis, estos criterios son los siguientes:

- Las unidades hidrogeológicas como solución de partida.
  - Establecer límite sobre el límite de la demarcación hidrográfica
  - Situar el límite sobre formaciones de baja permeabilidad.
  - Posibilidad de utilizar ríos efluentes como criterio de partición de masa.
  - Posibilidad de establecer límites que delimiten zonas de especial actividad humana.
  - Aislar zonas que a priori se estima que presentan un evidente riesgo de no alcanzar los objetivos requeridos por la DMA.
  - Existe la posibilidad de delimitar masas superpuestas, pero sólo cuando sea estrictamente necesario para realizar un adecuado informe sobre estas zonas.
  - Agregar unidades hidrogeológicas que sean muy pequeñas, identificadas en función de las circunstancias hidrogeológicas locales.

Atendiendo a todo ello se elaboró una primera propuesta que, partiendo de las delimitaciones anteriores de que dispone la Confederación Hidrográfica del Ebro (MMA, 1999)<sup>1</sup>, en la que los principales acuíferos de la cuenca quedaron agrupados en 72 "unidades hidrogeológicas" y 8 "dominios hidrogeológicos". Las unidades hidrogeológicas engloban a los acuíferos más importantes para articular su gestión, es decir, los que están sometidos a mayores presiones cualitativas y cuantitativas y los que evidencian los mayores impactos cualitativos y cuantitativos. Sus límites fueron fijados con criterios que mantienen su vigencia para la nueva delimitación en masas de agua subterránea que requiere la DMA: coinciden, siempre que es posible, con barreras hidrogeológicas; tienen prioridad las negativas sobre las positivas, y entre estas últimas, aquellas que establezcan un potencial constante. Si la estructura geológica no permite su cierre mediante barreras, sus límites se establecen sobre divisorias hidrográficas.

<sup>1</sup><http://oph.chebro.es/DOCUMENTACION/DelimitacionUnidadesHidrogeologicas/DelimitacionUnHidro.html>

cas. Las unidades hidrogeológicas aluviales se extienden a todo el afloramiento del depósito aluvial.

Con esta catalogación territorial en "unidades hidrogeológicas", se dispone de entidades con un modelo conceptual claro que engloba las áreas de recarga, flujo y descarga, y en las que por tanto es posible realizar balances cuantitativos y comprender la forma e intensidad de la propagación de las posibles perturbaciones que se produzcan.

La tarea de adaptación de la identificación territorial desde las unidades hidrogeológicas de la cuenca a los criterios que establece la DMA para las masas de agua subterránea se ha realizado tomando como base la cartografía geológica digital disponible en el GIS-Ebro, así como en otra información relevante almacenada en este sistema de información hidrológica: mapas de captaciones de aguas subterráneas, mapas de zonas protegidas y humedales. El resultado ha sido una división más detallada en 105 masas de agua subterránea.

Para ajustar esta nueva versión, se ha contado con la colaboración de las nueve comunidades autónomas presentes en la cuenca del Ebro que, en sucesivas reuniones de trabajo tanto en las oficinas de la CHE como en las de las CCAA, revisaron los trabajos para incorporar su conocimiento del territorio. Igualmente es de destacar la participación del Instituto Geológico y Minero de España y de hidrogeólogos de la Universidad de Zaragoza. Fruto de esta participación se realizaron diversas modificaciones sobre la propuesta original que afectaron especialmente a la geometría de las masas de agua subterránea en el País Vasco y en Navarra.

En líneas generales, la delimitación resultante en masas de agua subterránea es muy similar a la anterior en unidades hidrogeológicas por las razones expuestas, si bien cabe resaltar los siguientes cambios relevantes. En primer lugar se han partido las 13 unidades hidrogeológicas compartidas con otras cuencas, atribuyendo cada porción de su territorio a su correspondiente ámbito de planificación: Francia, Norte III, Pirineo Oriental, Duero, Tajo, y Júcar.

Además, se han definido masas de agua subterránea en áreas en las que no se habían definido unidades hidrogeológicas atendiendo fundamentalmente a dos cuestiones. En primer lugar, la cartografía geológica de más detalle disponible de los aluviales, ha permitido una mejor definición de éstos, así como la incorporación de nuevos acuíferos. En otros casos, se han definido

extensas masas de agua subterránea como respuesta a la gran cantidad de pequeños abastecimientos con aguas subterráneas que se encuentran dispersos en ellas (es el caso de las grandes extensiones terciarias prepirenaicas de Jaca - Pamplona y Tremp).

Para resolver la representación de masas de agua delimitadas en niveles acuíferos superpuestos, se han diferenciado dos horizontes: uno superficial (figura 2.22) que incluye todas las masas de agua aflorantes (103 masas), y otro inferior (figura 2.23) donde se recogen las masas de agua subterránea de la cuenca formadas por acuíferos confinados (2 masas).

En la actualidad, la Confederación Hidrográfica del Ebro con la colaboración de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Zaragoza, está estudiando la importancia e interés hidrogeológico de los acuíferos que se han desarrollado en los grandes sistemas de regadío localizados en la depresión del Ebro: Monegros y Aragón y Cataluña, cuyo funcionamiento está controlado, esencialmente, por los efectos artificiales del regadío. En su momento se valorará el interés de identificarlos como masa de agua subterránea, previsiblemente afectada por contaminación difusa.

La información sistemática relativa a la identificación de las masas de agua subterránea se presenta en la ficha GWB1, incluida en el CD.

## 2.6. Caracterización inicial de las masas de agua subterránea

Para realizar la caracterización inicial sistemática de las masas de agua subterránea se ha preparado una ficha (MMA, 2005c), inspirada en BRGM (2003b), en la que se hace referencia a las siguientes temáticas:

- Identificación y localización geográfica: código de la masa, nombre, tipo de acuíferos que alberga, superficies, ámbito administrativo, límites geográficos y datos hidrológicos generales.
- Características intrínsecas: descripción de la zona saturada, flujos, descripción de la zona no saturada, conexiones con cursos de agua y zonas húmedas.
- Presiones: datos sobre la ocupación general del suelo, sobre ganadería, fuentes de contaminación puntual, volúmenes utilizados y extraídos para los distintos usos, recarga artificial y otras presiones.
- Estado de las aguas subterráneas: redes de control cualitativo y cuantitativo, estado cuantitativo,

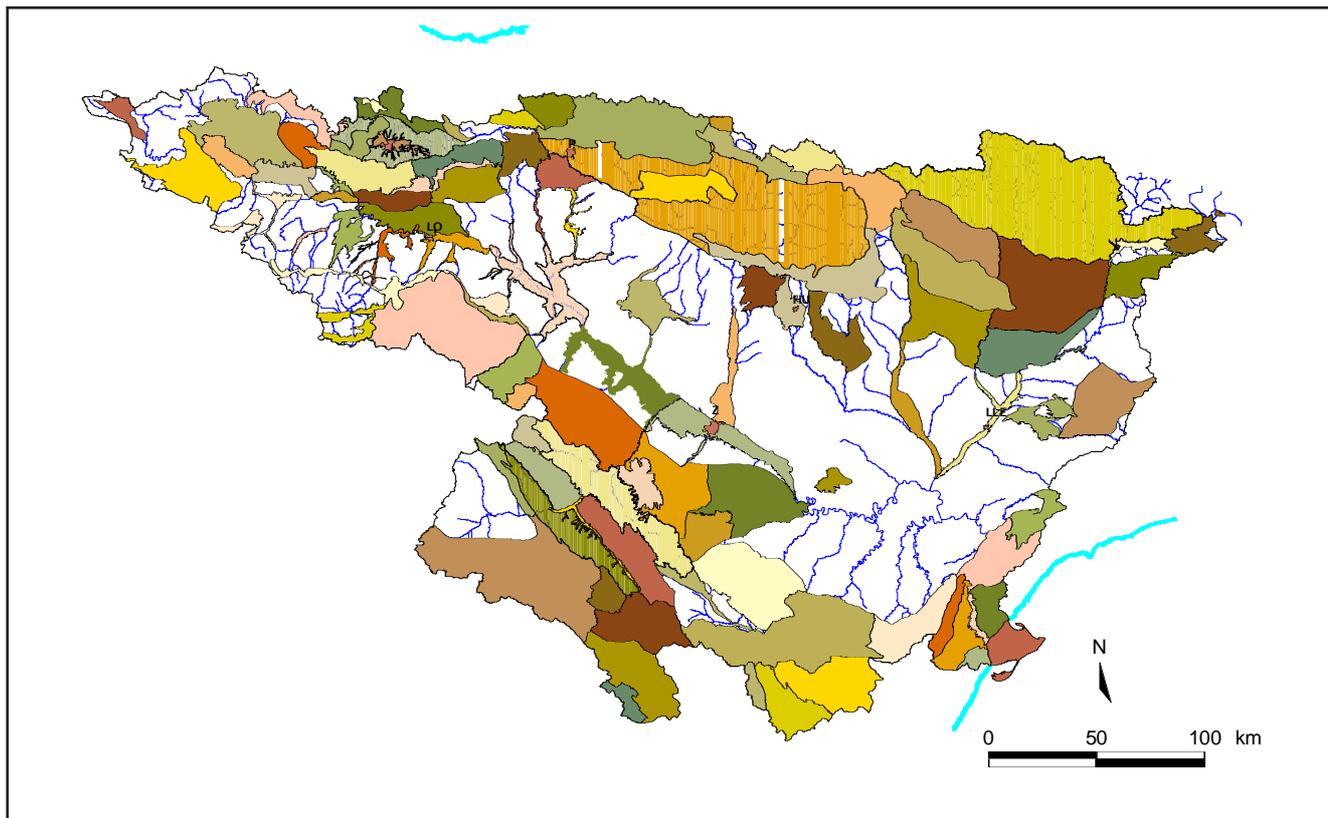


Figura 2.22. Mapa de masas de agua subterránea en la cuenca del Ebro. Horizonte superior (s)

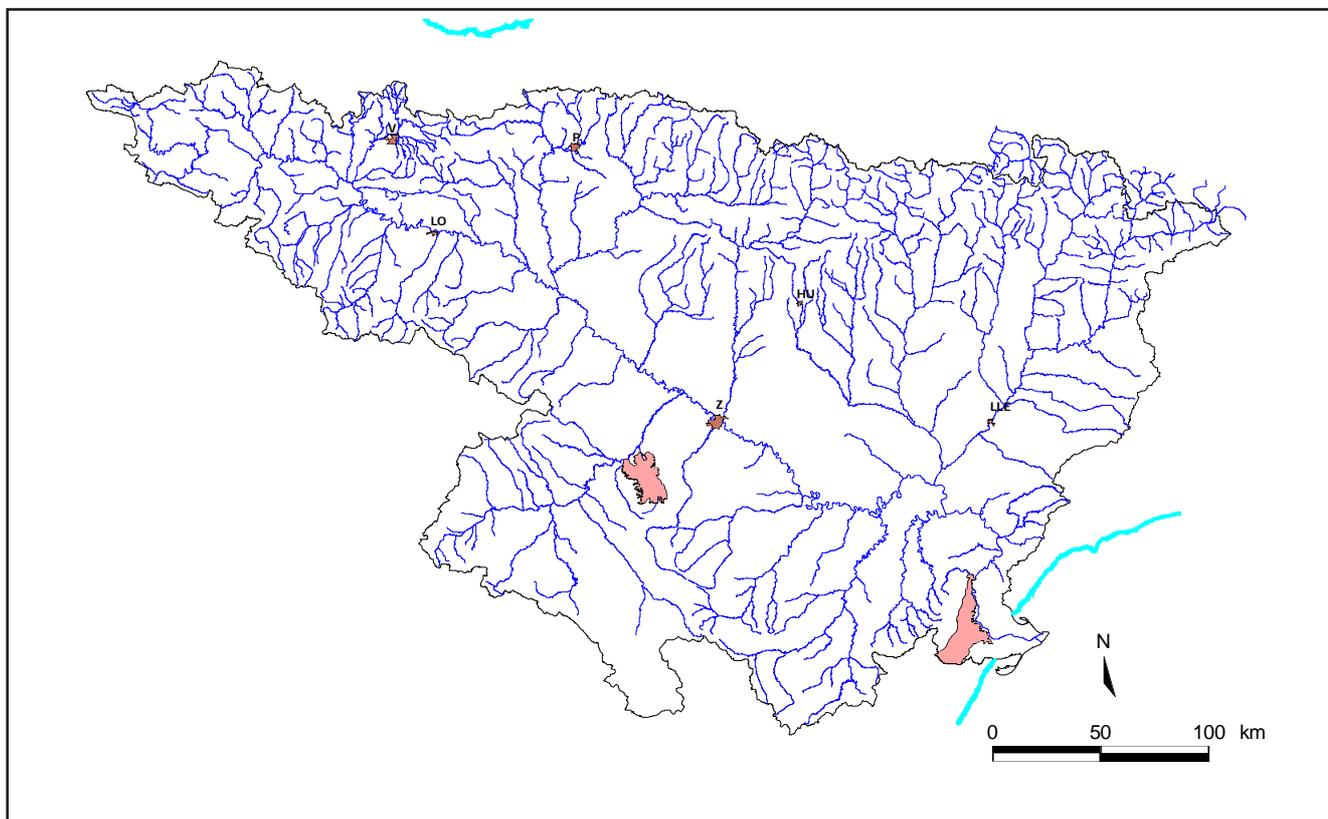


Figura 2.23. Mapa de masas de agua subterránea en la cuenca del Ebro. Horizonte inferior (i)

estado químico, fondo químico natural, características hidroquímicas en situación actual, componentes...

- Evaluación del riesgo: riesgo cuantitativo, riesgo químico según distintos componentes y nivel de confianza en la evaluación del riesgo.

Todos estos aspectos, junto con su delimitación geométrica gráfica en el GIS, han sido integrados en el sistema de información (Fig. 2.24) en la parte referida a las masas de agua subterránea.

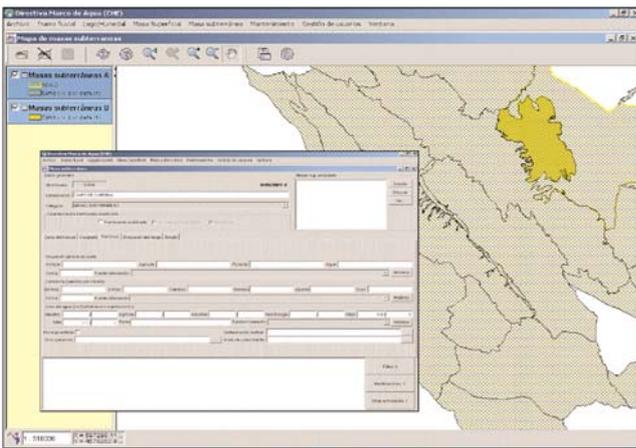


Fig. 2.24. Imagen del sistema de información DMA-Ebro, mostrando la geometría y la pantalla de datos donde se recoge la información correspondiente a la caracterización de las masas de agua subterránea.

La información sistemática de todos estos trabajos de caracterización inicial está contenida en el sistema de información, en el momento de redactar esta memoria se dispone de una versión no completa que permite, no obstante, identificar aquellas masas en riesgo de no alcanzar el buen estado y que, por consiguiente, requerirán una caracterización adicional. Seguidamente se realizan algunos comentarios generales de la caracterización inicial realizada para todas las masas.

Las 105 masas de agua subterránea definidas en la cuenca del Ebro cubren una superficie de 54.125 km<sup>2</sup>, próxima al 65% de la superficie total de la cuenca. El 35% restante, 30.850 km<sup>2</sup>, está formado por un sustrato de baja permeabilidad sobre el que no se han definido acuíferos. Esta superficie se concentra en el área central de la cuenca, coincidiendo con las grandes extensiones de afloramientos margoevaporíticos terciarios sobre los que no existen captaciones significativas de agua subterránea.

El tamaño de las masas es muy variable: la más extensa cuenta con 4.100 km<sup>2</sup> de extensión (Macizo Axial Pirenaico) y la más pequeña tan sólo supone 18 km<sup>2</sup> (Aluvial del medio Segre).

Por tipología de acuíferos, la carbonatada es la que tiene mayor representación en la cuenca. Este tipo de masas de agua alberga los acuíferos cársticos asociados a las grandes cadenas montañosas: el Pirineo y la Cordillera Cantábrica al norte y la Cadena Ibérica al sur. En el Pirineo dominan los acuíferos cársticos de circulación rápida, con un régimen de funcionamiento muy influenciado por las precipitaciones y el deshielo. En el caso de la Cadena Ibérica, su configuración geológica, con suaves plegamientos y extensas áreas de afloramientos permeables, ha favorecido el desarrollo de acuíferos de carácter regional, en los que dominan los flujos de tipo difuso. Estos acuíferos suponen una importante regulación natural para muchos ríos de la margen derecha del Ebro.

Las masas de agua integradas por acuíferos de tipo aluvial son la segunda tipología en importancia. Estos acuíferos forman un sistema hidráulico único con el río. Se concentran en el eje de la cuenca, ligados al Ebro y sus principales afluentes. Su localización en las áreas más pobladas de la cuenca supone que son un recurso fácilmente accesible, están sometidos a una presión mayor, a la vez que por sus características intrínsecas son muy vulnerables a la contaminación, si bien su elevada tasa de renovación hace que la persistencia de las perturbaciones sea más baja que en otros acuíferos.

En relación con la descarga de un flujo subterráneo significativo para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos asociados, se ha tratado de identificar esos ecosistemas superficiales para lo que se ha contado con el conocimiento territorial de la cuenca y con la caracterización hidrológica de los humedales de nuestra demarcación, realizada anteriormente y presentada en el apartado 1.3.4. del capítulo anterior. Este trabajo sobre las zona húmedas identifica aquellos espacios con alimentación hipogénica (subterránea ya sea de acuífero libre o confinado) o mixta (subterránea y superficial combinadas), sobre los que se presupone que la reducción de esta alimentación podría llegar a provocar un efecto indeseable. Así se han reconocido 41 masas de agua subterránea en las que existen ecosistemas acuáticos asociados. En su mayor parte se localizan en la margen derecha del Ebro, en relación con los acuíferos de la Cadena Ibérica. Esta informa-

Tabla 2.15. Tabla de clasificación de las masas de agua subterránea en la DH.

Código	Nombre	Sup (km <sup>2</sup> )	Tipo	Litología	Dependencia de ecosistemas acuáticos
090.001	FONTIBRE	150.27	Libre	Carbonatado	Si
090.002	PÁRAMO DE SEDANO Y LORA	743.88	Libre	Carbonatado	Si
090.003	SINCLINAL DE VILLARCAYO	878.73	Multicapa	Mixto	Si
090.004	MANZANEDO-OÑA	232.06	Libre	Carbonatado	No
090.005	MONTES OBARENES	270.29	Libre	Carbonatado	Si
090.006	PANCORBO-CONCHAS DE HARO	72.94	Mixto	Carbonatado	Si
090.007	VALDEREJO-SOBRÓN	251.19	Libre	Carbonatado	Si
090.008	SINCLINAL DE TREVIÑO	578.53	Multicapa	Mixto	No
090.010	CALIZAS DE LOSA	291.16	Libre	Carbonatado	Si
090.011	CALIZAS DE SUBIJANA	194.63	Libre	Carbonatado	Si
090.012	ALUVIAL DE VITORIA	108.27	Libre	Aluvial	No
090.013	CUARTANGO-SALVATIERRA	593.99	Libre	Carbonatado	No
090.014	GORBEA	34.39	Libre	Carbonatado	No
090.016	SIERRA DE AIZKORRI	60.81	Libre	Carbonatado	No
090.017	SIERRA DE URBASA	358.42	Libre	Carbonatado	No
090.018	SIERRA DE ANDÍA	300.17	Libre	Carbonatado	Si
090.019	SIERRA DE ARALAR	140.37	Libre	Carbonatado	No
090.020	BASABURUA-ULZAMA	284.52	Libre	Carbonatado	No
090.021	IZKI-ZUDAIRE	157.53	Multicapa	Mixto	No
090.022	SIERRA DE CANTABRIA	251.94	Libre	Carbonatado	Si
090.023	SIERRA DE LÓQUIZ	448.08	Libre	Carbonatado	Si
090.024	BUREBA	84.37	Mixto	Carbonatado	No
090.025	ALTO ARGÁ-ALTO IRATI	1580.15	Multicapa	Mixto	No
090.026	ALTO GÁLLEGO	296.18	Libre	Silíceo	No
090.026	LARRA	62.70	Libre	Carbonatado	No
090.027	ALTO GUADALOPE	117.59	Libre	Carbonatado	Si
090.027	EZCAURRE-PEÑA TELERA	376.34	Libre	Carbonatado	No
090.028	ALTO MAESTRAZGO	862.51	Mixto	Carbonatado	No
090.029	ALTO URGELL	100.83	Libre	Aluvial	No
090.029	SIERRA DE ALAIZ	278.55	Mixto	Carbonatado	No
090.030	ALTUBE-URKILLA	273.09	Multicapa	Carbonatado	No
090.030	SINCLINAL DE JACA-PAMPLONA	4066.29	Multicapa	Detrítico	No
090.031	ALUVIAL DE LA RIOJA-MENDAVIA	188.08	Libre	Aluvial	No
090.031	SIERRA DE LEYRE	490.51	Libre	Carbonatado	No
090.032	ALUVIAL DE MIRANDA DE EBRO	47.36	Libre	Aluvial	Si
090.032	SIERRA TENDEÑERA-MONTE PERDIDO	571.79	Libre	Carbonatado	No
090.033	SANTO DOMINGO-GUARA	838.24	Mixto	Carbonatado	Si

Tabla 2.15. Tabla de clasificación de las masas de agua subterránea en la DH.

Código	Nombre	Sup (km <sup>2</sup> )	Tipo	Litología	Dependencia de ecosistemas acuáticos
090.034	MACIZO AXIAL PIRENAICO	4098.15	Libre	Siliceo	Sí
090.036	LA Cerdanya	254.39	Libre	Mixto	No
090.037	COTIELLA-TURBÓN	827.63	Libre	Carbonatado	Sí
090.038	TREMP-ISONA	1598.14	Mixto	Carbonatado	Sí
090.039	CADÍ-PORT DEL COMTE	393.25	Libre	Carbonatado	No
090.040	SINCLINAL DE GRAUSS	1054.59	Multicapa	Detritico	No
090.041	LITERA ALTA	904.76	Libre	Carbonatado	Sí
090.042	SIERRAS MARGINALES CATALANAS	761.54	Libre	Carbonatado	No
090.043	ALUVIAL DEL OCA	92.16	Libre	Aluvial	No
090.044	ALUVIAL DEL TIRÓN	29.51	Libre	Aluvial	No
090.045	ALUVIAL DEL OJA	212.86	Libre	Aluvial	Sí
090.046	LAGUARDIA	473.34	Libre	Aluvial	No
090.047	ALUVIAL DEL NAJERILLA-EBRO	116.88	Libre	Aluvial	No
090.049	ALUVIAL DEL EBRO-ARAGÓN: LODOSA-TUDELA	642.92	Libre	Aluvial	No
090.050	ALUVIAL DEL ARGA MEDIO	30.44	Libre	Aluvial	No
090.051	ALUVIAL DEL CIDACOS	60.70	Libre	Aluvial	No
090.052	ALUVIAL DEL EBRO:TUDELA-ALAGÓN	641.89	Libre	Aluvial	Sí
090.053	ARBAS	389.64	Libre	Aluvial	No
090.054	SASO DE BOLEA-AYERBE	291.72	Libre	Aluvial	No
090.055	HOYA DE HUESCA	210.98	Libre	Aluvial	No
090.056	SASOS DE ALCANADRE	488.09	Libre	Aluvial	No
090.057	ALUVIAL DEL GÁLLEGO	271.30	Libre	Aluvial	No
090.058	ALUVIAL DEL EBRO: ZARAGOZA	632.27	Libre	Aluvial	No
090.059	LAGUNAS DE LOS MONEGROS	104.41	Libre	Carbonatado	No
090.060	ALUVIAL DEL CINCA	271.07	Libre	Aluvial	No
090.061	ALUVIAL DEL BAJO SEGRE	181.67	Libre	Aluvial	No
090.062	ALUVIAL DEL MEDIO SEGRE	17.84	Libre	Aluvial	No
090.063	ALUVIAL DE URGELL	275.67	Libre	Aluvial	No
090.064	CALIZAS DE TÁRREGA	794.67	Mixto	Carbonatado	No
090.065	PRADOLUENGO-ANGUIANO	248.62	Mixto	Carbonatado	Sí
090.066	FITERO-ARNEDILLO	97.47	Mixto	Carbonatado	No
090.067	DETRITICO DE ARNEDO	124.31	Mixto	Detritico	No
090.068	MANSILLA-NEILA	198.81	Libre	Carbonatado	Sí
090.069	CAMEROS	1814.41	Multicapa	Detritico	No
090.070	AÑAVIEJA-VALDEGUTUR	416.24	Mixto	Carbonatado	Sí
090.071	ARAVIANO-VOZMEDIANO	113.54	Mixto	Carbonatado	Sí
090.072	SOMONTANO DEL MONCAYO	1310.78	Mixto	Carbonatado	Sí

Tabla 2.15. Tabla de clasificación de las masas de agua subterránea en la DH.

Código	Nombre	Sup (km²)	Tipo	Litología	Dependencia de ecosistemas acuáticos
090.073	BOROBIA-ARANDA DE MONCAYO	165.78	Libre	Carbonatado	Si
090.074	SIERRAS PALEOZICAS DE LA VIRGEN Y VICORT	1198.57	Libre	Silíceo	No
090.075	CAMPO DE CARIÑENA	801.04	Mixto	Carbonatado	No
090.076	PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN	275.54	Mixto	Detrítico	No
090.077	MIOCENO DE ALFAMÉN	275.54	Confinado	Detrítico	No
090.078	MANUBLES-RIBOTA	451.13	Libre	Carbonatado	No
090.079	CAMPO DE BELCHITE	1037.85	Mixto	Carbonatado	Si
090.080	CUBETA DE AZUARA	381.18	Mixto	Carbonatado	Si
090.081	ALUVIAL JALÓN-JILOCA	81.70	Libre	Aluvial	No
090.082	HUERVA-PEREJILES	762.15	Multicapa	Detrítico	No
090.083	SIERRA PALEOZOICA DE ATECA	748.98	Libre	Silíceo	No
090.084	ORICHE-ANADÓN	162.50	Libre	Carbonatado	No
090.085	SIERRA DE MIÑANA	198.18	Libre	Carbonatado	Si
090.086	PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN	2294.89	Libre	Carbonatado	Si
090.087	GALLOCANTA	222.90	Libre	Detrítico	No
090.088	MONREAL-CALAMOCHA	746.52	Mixto	Carbonatado	Si
090.089	CELLA-OJOS DE MONREAL	866.92	Mixto	Carbonatado	Si
090.090	POZONDÓN	152.72	Libre	Carbonatado	No
090.091	CUBETA DE OLITE	1214.59	Mixto	Carbonatado	Si
090.092	ALIAGA-CALANDA	1861.12	Mixto	Carbonatado	Si
090.094	PITARQUE	529.64	Libre	Carbonatado	Si
090.096	PUERTOS DE BECEITE	645.17	Libre	Carbonatado	Si
090.097	FOSA DE MORA	582.59	Libre	Detrítico	No
090.098	PRIORATO	300.20	Libre	Paleozoico	No
090.099	PUERTOS DE TORTOSA	203.47	Libre	Carbonatado	No
090.100	BOIX-CARDÓ	293.80	Libre	Carbonatado	No
090.101	ALUVIAL DE TORTOSA	66.99	Libre	Aluvial	No
090.102	PLANA DE LA GALERA	358.45	Libre	Detrítico	No
090.103	MESOZOICO DE LA GALERA	358.45	Confinado	Carbonatado	No
090.104	SIERRA DEL MONTSIÁ	94.60	Libre	Carbonatado	No
090.105	DELTA DEL EBRO	343.33	Libre	Detrítico	No

ción se almacena en el sistema de información DMA-Ebro estableciendo una relación entre la masa de agua subterránea y los segmentos de río y los lagos correspondientes.

El análisis de presiones e impactos sobre las masas de agua subterránea forma parte de la caracterización inicial, aunque por respetar la estructura de este documento se presenta específicamente dentro del capítulo 4. Análisis de Presiones e Impactos, tras la parte refe-

rida a las aguas superficiales y en las fichas sistemáticas correspondientes contenidas en el CD adjunto; de todas ellas, se entiende que corresponden a la caracterización inicial las siguientes:

- GWPI1. Caracterización inicial. Resumen de las presiones significativas sobre las aguas subterráneas.
- GWPI2. Identificación de las masas de agua en riesgo.

- GWPI3. Fuentes significativas de contaminación difusa en las aguas subterráneas.
- GWPI4. Fuentes significativas de contaminación puntual en las aguas subterráneas.
- GWPI5. Extracciones significativas de aguas subterráneas.
- GWPI6. Recargas artificiales significativas en aguas subterráneas.
- GWPI7. Intrusión salina significativas y otras intrusiones.
- GWPI8. Revisión del impacto de la actividad humana sobre las aguas subterráneas.

Del análisis de impactos sobre las aguas subterráneas se desprende que la contaminación de tipo difuso afecta mayoritariamente a las masas de agua localizadas bajo los grandes sistemas de riego de la cuenca, generalmente formados por acuíferos aluviales. En las masas de agua localizadas en las zonas de cabecera de la Ibérica o del Pirineo, la incidencia de la contaminación difusa es muy baja o inexistente.

Se ha interpretado que el impacto está comprobado cuando se han determinado concentraciones de ión nitrato superiores a 50 mg/l.

En este tipo de contaminación, el principal contaminante es el nitrógeno en forma de ión nitrato. En la Tabla 2.16 se relacionan las 29 masas de agua subterránea en las que esta contaminación supone un riesgo claro de no alcanzar los objetivos ambientales contemplados en la DMA. En la mayor parte de estos casos, la contaminación difusa no afecta a la totalidad de la masa de agua, sino a determinadas áreas de esta en relación directa con la localización de las actividades agrícolas de regadío.

Los casos de contaminación puntual se han documentado fundamentalmente mediante estudios de caracterización y diagnóstico en cada caso de contaminación detectada, así como de la explotación de la Red de Control de Contaminaciones. Se han documentado 16 casos de contaminación puntual en la cuenca, que afectan a 11 masas de agua subterránea. No obstante, esta lista debe considerarse orientativa, dado que algunas zonas todavía no han sido exploradas. Este tipo de documentación es generalmente de tipo inducido a partir de la contaminación procedente de los estratos suprayacentes, lo que dificulta la eficacia de las posibles medidas que se adopten si no se actúa sobre los suelos contaminados.

En cuanto a la presión extractiva, se ha realizado una primera cuantificación preliminar a partir de la revisión del registro de aguas de la cuenca, donde se anotan todos los derechos de uso privativo sobre el recurso. Según estos cálculos, la extracción total de agua subterránea asciende a unos 338 hm<sup>3</sup>/año, repartidos en 8.918 captaciones.

Dado que los usos agrícolas suponen la mayor demanda de la cuenca (el 70% según esta fuente), se ha realizado un contraste de esta información evaluando los consumos teóricos a partir de las superficies de riego con aguas de origen subterráneo o mixto y según las dotaciones de riego previstas en el Plan Hidrológico. Se ha empleado para ello información residente en el GIS-Ebro sobre los regadíos de la cuenca. Los resultados muestran un acuerdo razonable de las cifras y apuntan a las mismas zonas sometidas a mayor presión extractiva.

Las masas de agua con mayores extracciones se localizan en los somontanos aragonés y catalán del Sistema Ibérico, donde la menor disponibilidad de recursos superficiales ha animado durante las últimas décadas a una importante explotación de las aguas subterráneas. Sobre los acuíferos aluviales del centro de la cuenca se realiza una extracción elevada, en este caso debida a su localización en las zonas más densamente pobladas y a la fácil accesibilidad de sus recursos. No obstante se trata de acuíferos conectados con los principales ríos de la cuenca, con ciclos cortos de renovación de sus recursos ligados a la dinámica de la red superficial, por lo que no puede considerarse que la presión extractiva suponga un riesgo cuantitativo sobre ellos.

Se han confrontado estos datos con las evoluciones piezométricas a partir de las series disponibles, prestando especial atención a aquellas masas de agua en las que la extracción es mayor. Los resultados reflejan que tan sólo en una masa de agua subterránea (090.077 Mioceno de Alfamén) se registra una clara situación de desequilibrio, con una tendencia piezométrica de descenso desde los años 70 del siglo pasado hasta la actualidad. En el resto no se aprecian tendencias claras, por lo que a falta de balances más precisos, sólo se considera una masa de agua subterránea en riesgo por razones cuantitativas.

De acuerdo con lo expuesto, 35 masas de agua subterránea cuentan con impactos comprobados, y que claramente están en riesgo de no cumplir los objetivos ambientales establecidos por la DMA tanto por razones cuantitativas como cualitativas. Ahora bien, existe

Tabla 2.16. Caracterización inicial de las masas de agua subterránea.

Código	Nombre	Contaminación difusa	Contaminación puntual	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga (hm <sup>3</sup> /a)
090.001	FONTIBRE			0.03	35
090.002	PÁRAMO DE SEDANO Y LORA		si	0.71	147
090.003	SINCLINAL DE VILLARCAYO			0.58	130
090.004	MANZANEDO-OÑA			0.00	10
090.005	MONTES OBARENES			0.03	15
090.006	PANCORBO-CONCHAS DE HARO			1.51	10
090.007	VALDEREJO-SOBRÓN			0.00	
090.008	SINCLINAL DE TREVIÑO			0.85	17
090.009	ALUVIAL DE MIRANDA DE EBRO	si	si	1.44	
090.010	CALIZAS DE LOSA			0.02	10
090.011	CALIZAS DE SUBIJANA			1.07	56
090.012	ALUVIAL DE VITORIA	si		0.65	46
090.013	CUARTANGO-SALVATIERRA			3.05	
090.014	GORBEA			0.00	20
090.015	ALTUBE-URKILLA			0.00	
090.016	SIERRA DE AIZKORRI			0.03	35
090.017	SIERRA DE URBASA			0.14	218
090.018	SIERRA DE ANDÍA			3.09	183
090.019	SIERRA DE ARALAR			0.04	163
090.020	BASABURUA-ULZAMA			0.23	
090.021	IZKI-ZUDAIRE			0.00	
090.022	SIERRA DE CANTABRIA			0.70	35
090.023	SIERRA DE LÓQUIZ			0.18	136
090.024	BUREBA			0.00	
090.025	ALTO ARGA-ALTO IRATI			0.36	232
090.026	LARRA			0.00	119
090.027	EZCAURRE-PENA TELERA			0.00	108
090.028	ALTO GÁLLEGO			0.00	
090.029	SIERRA DE ALAIZ		si	0.04	14
090.030	SINCLINAL DE JACA-PAMPLONA		si	2.37	
090.031	SIERRA DE LEYRE			0.21	43
090.032	SIERRA TENDEÑERA-MONTE PERDIDO			0.00	217
090.033	SANTO DOMINGO-GUARA			0.47	104
090.034	MACIZO AXIAL PIRENAICO			0.43	
090.035	ALTO URGELL			0.24	
090.036	LA CERDANYA			1.02	49
090.037	COTIELLA-TURBÓN			0.01	236
090.038	TREMP-ISONA			0.38	260
090.039	CADÍ-PORT DEL COMTE			0.15	68
090.040	SINCLINAL DE GRAUS			0.54	
090.041	LITERA ALTA			1.03	50
090.042	SIERRAS MARGINALES CATALA			1.44	45
090.043	ALUVIAL DEL OCA			0.04	
090.044	ALUVIAL DEL TIRÓN	si		0.82	
090.045	ALUVIAL DEL OJA	si		8.54	
090.046	LAGUARDIA			0.09	
090.047	ALUVIAL DEL NAJERILLA-EBRO	si	si	1.04	

Tabla 2.16. Caracterización inicial de las masas de agua subterránea.

Código	Nombre	Contaminación difusa	Contaminación puntual	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga (hm <sup>3</sup> /a)
090.048	ALUVIAL DE LA RIOJA-MENDEAVIA	si	si	2.82	
090.049	ALUVIAL DEL EBRO-ARAGÓN: LODOSA-TUDELA	si		22.21	135
090.050	ALUVIAL DEL ARGA MEDIO			0.11	
090.051	ALUVIAL DEL CIDACOS			0.14	
090.052	ALUVIAL DEL EBRO:TUDELA-ALAGÓN	si		3.70	170
090.053	ARBAS	si		0.30	12
090.054	SASO DE BOLEA-AYERBE			0.21	
090.055	HOYA DE HUESCA	si		1.38	16
090.056	SASOS DE ALCANADRE			0.95	
090.057	ALUVIAL DEL GÁLLEGO	si		24.80	104
090.058	ALUVIAL DEL EBRO: ZARAGOZA	si	si	16.58	167
090.059	LAGUNAS DE LOS MONEGROS			0.00	
090.060	ALUVIAL DEL CINCA	si	si	0.63	31
090.061	ALUVIAL DEL BAJO SEGRE	si		0.50	48
090.062	ALUVIAL DEL MEDIO SEGRE			0.39	
090.063	ALUVIAL DE URGELL	si		15.13	80
090.064	CALIZAS DE TÁRREGA	si		3.12	3
090.065	PRADOLUENGO-ANGUIANO			0.19	32
090.066	FITERO-ARNEDILLO			1.37	5
090.067	DETRITICO DE ARNEDO		si	1.60	7
090.068	MANSILLA-NEILA			0.00	38
090.069	CAMEROS			0.24	
090.070	AÑAVIEJA-VALDEGUTUR			0.55	38
090.071	ARAVIANO-VOZMEDIANO			0.02	34
090.072	SOMONTANO DEL MONCAYO			32.90	90
090.073	BOROBIA-ARANDA DE MONCAYO			0.00	14
090.074	SIERRAS PALEOZICAS DE LA VIRGEN Y VICORT			2.42	
090.075	CAMPO DE CARIÑENA	si		16.01	26
090.076	PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN	si			14
090.077	MIOCENO DE ALFAMEN	si		48.01	
090.078	MANUBLES-RIBOTA			1.11	
090.079	CAMPO DE BELCHITE	si		3.17	9
090.080	CUBETA DE AZUARA	si		0.60	3
090.081	ALUVIAL JALÓN-JILOCA			2.46	
090.082	HUERVA-PEREJILES			1.96	
090.083	SIERRA PALEOZOICA DE ATECA			0.40	
090.084	ORICHE-ANADÓN			0.16	9
090.085	SIERRA DE MIÑANA			0.36	11
090.086	PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN		si	1.25	130
090.087	GALLOCANTA	si		1.68	22
090.088	MONREAL-CALAMOCHA	si		3.60	106
090.089	CELLA-OJOS DE MONREAL	si		16.01	120
090.090	POZONDÓN			0.00	82
090.091	CUBETA DE OLIETE	si		2.64	70
090.092	ALIAGA-CALANDA		si	8.82	252
090.093	ALTO GUADALOPE			0.00	54

Tabla 2.16. Principales presiones sobre las masas de agua subterránea

Código	Nombre	Contaminación difusa	Contaminación puntual	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga (hm <sup>3</sup> /a)
090.094	PITARQUE			0.03	46
090.095	ALTO MAESTRAZGO			0.28	277
090.096	PUERTOS DE BECEITE			0.35	135
090.097	FOSA DE MORA			6.61	25
090.098	PRIORATO			0.75	2
090.099	PUERTOS DE TORTOSA			0.09	100
090.100	BOIX-CARDÓ			5.62	89
090.101	ALUVIAL DE TORTOSA	si		2.19	
090.102	PLANA DE LA GALERA	si		7.11	70
090.103	MESOZOICO DE LA GALERA	si		8.07	
090.104	SIERRA DEL MONTSIÁ	si		0.24	54
090.105	DELTA DEL EBRO			0.19	

un cierto número de masas donde los estudios disponibles no permiten predecir con seguridad si estos objetivos podrán o no alcanzarse. Se trata de zonas donde existen presiones documentadas pero se carece de datos que evidencien la manifestación de los correspondientes impactos.

En este sentido, la Tabla 2.17. lista las masas de agua subterránea diferenciando los casos indicados.

Atendiendo a todo ello, requerirán una caracterización adicional las 35 masas con riesgo seguro y las 7 con falta de datos para determinar su situación con seguridad, en total 42 masas de agua subterránea.

Tabla 2.17. Riesgo de no alcanzar los objetivos ambientales en las masas de agua subterránea.

Código	Nombre	Riesgo seguro	Pendiente de estudio	Sin riesgo	Observaciones
090.001	FONTIBRE			X	
090.002	PÁRAMO DE SEDANO Y LORA	X			C. Puntual
090.003	SINCLINAL DE VILLARCAYO			X	
090.004	MANZANEDO-OÑA			X	
090.005	MONTES OBARENES			X	
090.006	PANCORBO-CONCIAS DE HARO			X	
090.007	VALDEREJO-SOBRÓN			X	
090.008	SINCLINAL DE TREVÍÑO			X	
090.009	ALUVIAL DE MIRANDA DE EBRO	X	X		C. Difusa y C. Puntual
090.010	CALIZAS DE LOSA			X	
090.011	CALIZAS DE SUBIJANA			X	
090.012	ALUVIAL DE VITORIA	X	X		C. Difusa
090.013	CUARTANGO-SALVATIERRA			X	
090.014	GORBEA			X	
090.015	ALTUBE-URKILLA			X	
090.016	SIERRA DE AIZKORRI			X	
090.017	SIERRA DE URBASA			X	
090.018	SIERRA DE ANDÍA			X	
090.019	SIERRA DE ARAIAR			X	
090.020	BASABURUA-ULZAMA			X	
090.021	IZKI-ZUDAIRE			X	
090.022	SIERRA DE CANTABRIA			X	
090.023	SIERRA DE LÓQUIZ			X	
090.024	BUREBA			X	
090.025	ALTO ARGÁ-ALTO IRATI			X	
090.026	LARRA			X	
090.027	EZCAURRE-PEÑA TELERA			X	
090.028	ALTO GALILEGO			X	
090.029	SIERRA DE ALAIZ	X			C. Puntual
090.030	SINCLINAL DE JACA-PAMPLONA	X			C. Puntual
090.031	SIERRA DE LEYRE			X	
090.032	SIERRA TENDEÑERA-MONTE PERDIDO			X	
090.033	SANTO DOMINGO-GUARA			X	
090.034	MACIZO AXIAL PIRENAICO			X	
090.035	ALTO URGEJL			X	
090.036	LA CERDANYA			X	
090.037	COTEILLA-TURBÓN			X	
090.038	TREMP-ISONA			X	
090.039	CADÍ-PORT DEL COMTE			X	
090.040	SINCLINAL DE GRAUS			X	
090.041	LITERA ALTA			X	
090.042	SIERRAS MARGINALES CATALA			X	
090.043	ALUVIAL DEL OCA		X		
090.044	ALUVIAL DEL TIRÓN	X	X		C. Difusa
090.045	ALUVIAL DEL OJA	X	X		C. Difusa

Tabla 2.17. Riesgo de no alcanzar los objetivos ambientales en las masas de agua subterránea.

Código	Nombre	Riesgo seguro	Pendiente de estudio	Sin riesgo	Observaciones
090.046	LAGUARDIA			X	
090.047	ALUVIAL DEL NAJERILLA-EBRO	X	X		C. Difusa y C. Puntual
090.048	ALUVIAL DE LA RIOJA-MENDAVIA	X	X		C. Difusa y C. Puntual
090.049	ALUVIAL DEL EBRO-ARAGÓN: LODOSA-TUDELA	X	X		C. Difusa
090.050	ALUVIAL DEL ARGA MEDIO		X		
090.051	ALUVIAL DEL CIDACOS		X		
090.052	ALUVIAL DEL EBRO:TUDELA-ALAGÓN	X	X		C. Difusa
090.053	ARBAS	X			C. Difusa
090.054	SASO DE BOLEA-AYERBE		X (nit)		
090.055	HOYA DE HUESCA	X			C. Difusa
090.056	SASOS DE ALCANADRE		X (nit)		
090.057	ALUVIAL DEL GÁLLEGO	X	X		C. Difusa
090.058	ALUVIAL DEL EBRO: ZARAGOZA	X	X		C. Difusa y C. Puntual
090.059	LAGUNAS DE LOS MONEGROS			X	
090.060	ALUVIAL DEL CINCA	X	X		C. Difusa y C. Puntual
090.061	ALUVIAL DEL BAJO SEGRE	X	X		C. Difusa
090.062	ALUVIAL DEL MEDIO SEGRE		X		
090.063	ALUVIAL DE URGELL	X	X		C. Difusa
090.064	CALIZAS DE TÁRREGA	X			C. Difusa
090.065	PRADOLUENGO-ANGUIANO			X	
090.066	FITERO-ARNEDILLO			X	
090.067	DETRITICO DE ARNEDO	X			C. Puntual
090.068	MANSILLA-NEILA			X	
090.069	CAMEROS			X	
090.070	AÑAVIEJA-VALDEGUTUR			X	
090.071	ARAVIANO-VOZMEDIANO			X	
090.072	SOMONTANO DEL MONCAYO			X	
090.073	BOROBIA-ARANDA DE MONCAYO			X	
090.074	SIERRAS PALEOZICAS DE LA VIRGEN Y VICORT			X	
090.075	CAMPO DE CARIÑENA	X			C. Difusa
090.076	PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN	X			C. Difusa
090.077	MIOCENO DE ALFAMÉN	X			C. Difusa y extracción de agua
090.078	MANUBLES-RIBOTA			X	
090.079	CAMPO DE BELCHITE	X			C. Difusa
090.080	CUBETA DE AZUARA	X			C. Difusa
090.081	ALUVIAL JALÓN-JILOCA		X		
090.082	HUERVA-PEREJILES			X	

Tabla 2.17. Riesgo de no alcanzar los objetivos ambientales en las masas de agua subterránea.

Código	Nombre	Riesgo seguro	Pendiente de estudio	Sin riesgo	Observaciones
090.083	SIERRA PALFOZOICA DE ATECA			X	
090.084	ORICHE-ANADÓN			X	
090.085	SIERRA DE MIÑANA			X	
090.086	PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN	X			C. Puntual
090.087	GALLOCANTA	X			C. Difusa
090.088	MONREAL-CALAMOCHA	X			C. Difusa
090.089	CELLA-OJOS DE MONREAL	X			C. Difusa
090.090	POZONDÓN			X	
090.091	CUBETA DE OLIETE	X			C. Difusa
090.092	ALIAGA-CALANDA	X			C. Puntual
090.093	ALTO GUADALOPE			X	
090.094	PITARQUE			X	
090.095	ALTO MAESTRAZGO			X	
090.096	PUERTOS DE BECEITE			X	
090.097	FOSA DE MORA			X	
090.098	PRIORATO			X	
090.099	PUERTOS DE TORTOSA			X	
090.100	BOIX-CARDÓ			X	
090.101	ALUVIAL DE TORTOSA	X	X		C. Difusa
090.102	PLANA DE LA GALERA	X	X		C. Difusa
090.103	MESOZOICO DE LA GALERA	X			C. Difusa
090.104	SIERRA DEL MONTSIÀ	X			C. Difusa
090.105	DELTA DEL EBRO			X	

## 2.7 Caracterización adicional

Como puede observarse en la Tabla 2.17, en la cuenca del Ebro hay 35 masas de agua subterránea que están en riesgo de no cumplir con los objetivos ambientales por razones cualitativas o cuantitativas y que precisan de mayor información. La DMA indica que se ha de realizar una caracterización adicional para estas masas o grupos de masas de agua subterránea en riesgo.

A tal efecto, está previsto realizar informes más detallados para valorar con mayor exactitud la magnitud de dicho riesgo y para poder establecer con mayor precisión el programa de medidas. Esta caracterización adicional incluirá un análisis de las características geológicas de la masa de agua subterránea y sus propiedades hidrodinámicas, las características de los depósitos superficiales y suelos a partir de los cuales la masa recibe su recarga, un análisis de la estratificación del agua subterránea dentro del acuífero, un inventario de los sistemas superficiales asociados, estimaciones sobre direcciones y tasas de intercambio de flujos entre

la masa de agua y los sistemas superficiales asociados. Se han de incluir además datos suficientes para valorar su recarga media interanual y las características de su composición química.

En este sentido en la masa de agua 090.077 (Mioceno de Alfamén), afectada por extracciones significativas, la CHE está realizando un estudio que incluye la revisión del estado concesional, la evaluación de la recarga y la repercusión de las extracciones en el flujo subterráneo mediante modelización numérica. Con los resultados que se obtengan se diseñará un plan de medidas orientado a la recuperación del acuífero.

También en los casos de contaminación puntual se han emprendido, por parte de la Confederación, los estudios encaminados a profundizar en el conocimiento y cuantificación de la contaminación detectada y, por otra parte, a investigar las masas de agua subterránea en las que se sospecha que pueda existir contaminación de este tipo.

Los resultados sistemáticos de la caracterización adicional que en este momento hay que presentar a la Comisión Europea, se presentan en la siguiente ficha contenidas en el CD:

- GWPI9. Caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir.
- GWPI10. Indeterminaciones y datos discrepantes.
- GWPI11. Recomendaciones para el seguimiento.

Por otra parte, en aquellas masas que se estima que requieren una caracterización adicional se han intensificado los trabajos generales de mejora de su conocimiento hidrogeológico y, fruto de ello, se presentan unas fichas detalladas de su caracterización básica. Este trabajo se está abordando para todas las masas de agua subterránea de la demarcación y es previsible que se complete durante este año 2005.

La distribución geográfica de las masas que requieren caracterización adicional se muestra en el mapa que se presenta como Figura 2.25. Se incluyen la práctica totalidad de las masas instaladas en acuíferos aluviales, en particular en dentro de la depresión del Ebro. Estas

zonas son corredores socioeconómicos fértiles donde se ha venido desarrollando una fuerte actividad agropecuaria y, más recientemente, industrial. Son además zonas de acuífero libre, con elevada porosidad intergranular y con la superficie freática próxima a la superficie del terreno, condicionando todo ello una elevada vulnerabilidad. Por consiguiente, la contaminación por infiltración de las dotaciones hídricas aplicadas en el regadío con su carga fertilizante, es prácticamente una constante en todas las zonas. A este fenómeno de contaminación difusa se añade, localmente, la contaminación puntual de determinados focos industriales. Muchos de estos focos están pendientes de estudio.

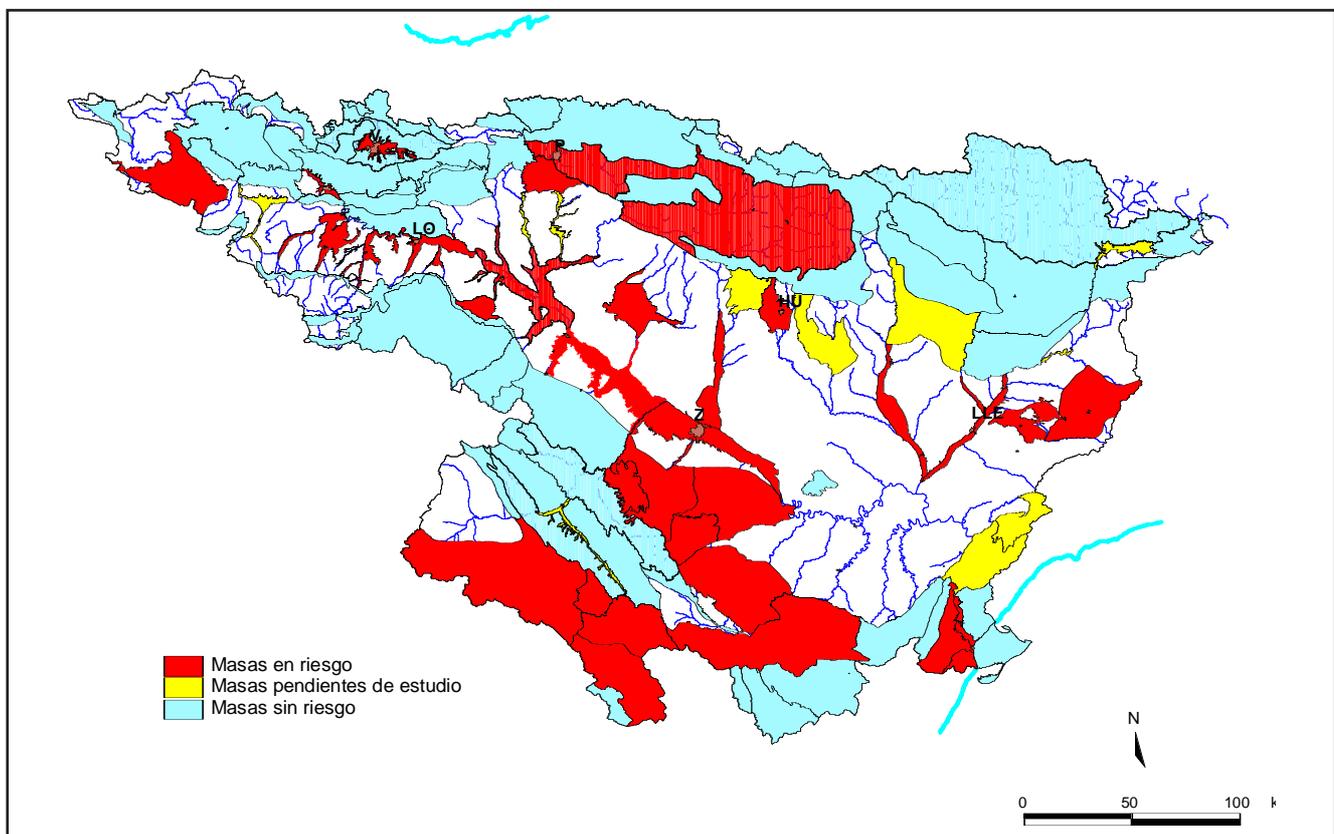


Fig. 2.25. Resultado de la caracterización inicial de las masas de aguas subterránea.