

## **EL ESTADO ACTUAL DE LOS AMBIENTES DEL AGUA EN ESPAÑA**

Joan F. Mateu Bellés y Ana M<sup>a</sup> Camarasa Belmonte  
Departamento de Geografía. Universidad de Valencia  
[Juan.mateu@uv.es](mailto:Juan.mateu@uv.es), [ana.camarasa@uv.es](mailto:ana.camarasa@uv.es)

### **I. INTRODUCCIÓN**

Los ambientes del agua –recursos singulares por sus funciones en la naturaleza y por sus prestaciones y connotaciones para los grupos humanos- son un valioso patrimonio. En concreto, los lagos, los ríos y las masas marinas y subterráneas constituyen bienes territoriales que aportan diversidad ecológica, estructuran paisajes y, a menudo, son utilizados por los humanos para el desarrollo de sus actividades (Martín Montalvo, 1996). A lo largo del tiempo, los ambientes del agua no son estables en términos cuantitativos y/o cualitativos, sino muy variables y sensibles a la dinámica de los sistemas naturales locales y regionales y a los crecientes impactos antrópicos sobre un recurso renovable.

La presente aportación sobre *Ambientes del agua en España* analiza su evolución reciente (básicamente a lo largo del siglo XX) y de su estado hidromorfológico actual. En general, han resultado, directa o indirectamente, alterados por la intensificación de la demanda social del recurso, por las profundas transformaciones territoriales y por la escasa valoración de un patrimonio natural y cultural. El diagnóstico del cambio hidroambiental y de su estado actual exige una referencia a la gestión y al desarrollo de las políticas públicas.

### **II. LA GESTIÓN DEL AGUA Y DE LOS AMBIENTES DEL AGUA**

En España, las políticas públicas y, en menor proporción, la iniciativa privada han desarrollado numerosas actuaciones hidráulicas para atender las crecientes demandas urbanas, turísticas e industriales, ampliar regadíos y aumentar la producción hidroeléctrica, que, directa o indirectamente, han desencadenado adaptaciones,

simplificaciones o metamorfosis ambientales en los sistemas fluviales, acuíferos o humedales.

A grandes rasgos, se pueden establecer tres etapas en este prolongado ciclo de intensificación de los usos del agua. La primera, desde principios de siglo XX hasta la Guerra Civil, estuvo muy marcada por los proyectos regeneracionistas. Fue un tiempo de reconocimientos geográficos y de aplicaciones hidráulicas a las presas hidroeléctricas, los embalses y los hiperembalses, de implantación y explotación de la red de afluentes y, sobre todo, de planificación (Plan Gasset y Plan de Lorenzo Pardo). La segunda etapa, desde la Guerra Civil hasta los años sesenta, comenzó con una marcada paralización de las obras hidráulicas, seguida de su intensificación. Sin embargo, también hubo inercias y escasa innovación en la explotación de las aguas subterráneas o en la depuración de aguas residuales. En la tercera etapa, a partir de los sesenta, se mantuvo –con ciertas ralentizaciones- el ritmo de las obras hidráulicas y, entre otros, se ejecutó el trasvase Tajo-Segura (Díaz-Marta, 1996). Este objetivo de intensificación del uso del agua se mantuvo en la elaboración de los planes hidrológicos nacionales de 1993 y 2001.

Sin embargo, desde hace años, la planificación también ha ido incluyendo la gestión integral del agua y, más recientemente, la valoración natural y cultural de los humedales, corredores fluviales y llanuras deltaicas, las restauraciones hidroambientales, los caudales ecológicos, etc. En esta inflexión no han sido ajenos, entre otros factores, algunos convenios internacionales, las directivas europeas y la nueva dimensión de lo público en la protección de la naturaleza, establecida por la Constitución española de 1978 (Mateu, 2007).

## **II.1. Planificación y obras hidráulicas**

La política hidráulica de regulación y/o explotación del agua con fines productivistas – basada en sucesivos planes, más hidráulicos que hidrológicos-- ha tenido una continuidad sostenida en la España del siglo XX. Los resultados han sido notables en términos sociales, económicos y territoriales, aunque con costes ambientales, muy especialmente en valles anegados, riberas desnaturalizadas, humedales desecados, cuencas bajas contaminadas, medios de transición en retroceso y un sistema litoral en crisis.

En el discurso regeneracionista, el agua era un elemento de riqueza y el regadío, motivo de planes, congresos y proyectos. El Plan General de Canales de Riego y Pantanos de 1902 –o Plan Gasset, redactado por el Cuerpo de Ingenieros de Caminos - pretendía la regulación del caudal de ríos tributarios mediante pequeñas presas de retención de la descarga invernal con fines agrarios o industriales para su desembalse estival. El Plan, vigente hasta 1926, contenía más de doscientas propuestas, aunque los resultados fueron escasos y lentos, explicables por las propias limitaciones, por cierto desorden de gestión y por las persistentes dificultades de financiación (Ortega, 1995).

El Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933 –o Plan de Lorenzo Pardo- constituye un hito destacado del regeneracionismo hidráulico. Por una parte, el autor incorporó al Plan propuestas remitidas por diversos organismos de cuenca y sus propias experiencias de gestión en la cuenca del Ebro (especialmente los denominados hiperembalses). De otra, el Plan preveía el trasvase de recursos desde la cabecera del Tajo a la fachada mediterránea para atender el interés nacional y las necesidades del consumo interior y la demanda exterior (Romero, 1995). El plan fracasó en su discusión, pero el posterior Plan General de Obras Públicas (1940) del primer gobierno de Franco mantuvo criterios similares que acabarían siendo realidad años más tarde.

Todavía en 1955 la capacidad de los embalses era de unos 8.000 hm<sup>3</sup>. Entre 1956 y 1965 hubo un significativo aumento de la capacidad de represa, hasta alcanzar casi los 25.000 hm<sup>3</sup>. En 1970 –en pleno *desarrollismo*- se habían superado los 36.500 hm<sup>3</sup>. Posteriormente, el ritmo se ralentizó por la crisis económica y política, aunque, ya en la democracia, se reactivó hasta superar actualmente los 55.000 hm<sup>3</sup>.

Junto a los embalses, debe mencionarse el trasvase Tajo-Segura (Martínez, 2001), una conducción de 275 km desde el embalse de Bolarque hasta el del Talave. La obra iniciada en 1971 se justificó por la mayor rentabilidad del regadío mediterráneo, como alternativa a la emigración, como actuación correctora de la naturaleza y de aprovechamiento de recursos que se perderían en el mar. En este momento, el balance dista de las previsiones porque los recursos trasvasados han sido inferiores a los máximos legales y, sobre todo, porque la superficie de regadío en la cuenca del Segura

se incrementó por encima de la considerada inicialmente (con ocupación de estepas y saladares, dulcificación de medios salinos, incremento de la salinización de las aguas del Segura, alteración del Mar Menor, etc.).

La Ley de Aguas de 1985 prescribía la planificación hidrológica. En este contexto se inscribe el *Libro Blanco del Agua* (1998) que modificaba los tradicionales enfoques de planificación por la introducción de estrategias de *gestión de la demanda y de conservación* de los ambientes del agua. En palabras de P. Arrojo (2003), el libro se debería catalogar como un buen documento de transición, aunque finalmente se optó por dar prioridad a las estrategias de oferta, con más de un centenar de nuevos grandes embalses y, sobre todo, el trasvase de 1050 hm<sup>3</sup> desde el Ebro hacia el litoral mediterráneo.

El Plan Hidrológico Nacional (2001) –más de quince años después que la Ley de Aguas de 1985 lo hiciera preceptivo- incluía los trasvases de aguas del Ebro Norte y Sur, una decisión que suscitó una profunda fractura social y posiciones territoriales muy encontradas. Finalmente el trasvase fue derogado (junio 2004) por la nueva mayoría parlamentaria.

En abril de 2005 el Congreso de los Diputados aprueba un nuevo Plan Hidrológico Nacional que, a grandes rasgos, modifica el Plan del 2001 y sustituye el trasvase del Ebro por el Programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua). Dicho programa tiene previsto más de un centenar de actuaciones -entre las que destacan la construcción de nuevas plantas desaladoras- que se estima totalizarán aportaciones para las cuencas mediterráneas en torno a los 1.063 hm<sup>3</sup>, cifra ligeramente superior a la planteada por el trasvase del Ebro. En este contexto, el Ministerio de Medio Ambiente elabora un Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA) de las actuaciones Urgentes del Programa AG.U.A. que, de forma explícita, contempla la *restricción de la demanda*, si bien plantea un *largo plazo*, difícilmente compatible con la *urgencia* de las actuaciones. Todo ello evidencia que, si bien estamos en un momento de cambio –en consonancia con las directrices europeas- hacia posiciones más conservacionistas con el medioambiente, las tareas de gestión y planificación del agua no están resueltas y siguen generando grandes conflictos.

## **II.2. El marco legal**

La legislación liberal segmentó los sistemas naturales en componentes aislados (montes, aguas, minas, etc.) y confió la gestión sectorial de cada uno de ellos a los nuevos cuerpos técnicos de la administración. En general, se pretendía remover obstáculos y fomentar el uso productivo de los recursos naturales. En este contexto, se inscribe la separación legal de las aguas superficiales (de titularidad pública y competencia de los ingenieros de caminos) respecto de las aguas subterráneas (de titularidad privada y tuteladas por los ingenieros de minas). A continuación se citan algunos de los hitos más destacados de la legislación de aguas.

La Ley de Aguas de 1879 –continuista respecto de la de 1866 y vigente hasta primeros de 1986- reguló el marco general del dominio de las aguas terrestres, el fomento de las obras hidráulicas y las bonificaciones, las comunidades de regantes, los aprovechamientos y concesiones, etc. Esta ley de bases fue seguida de numerosos reales decretos, órdenes y reglamentos, algunos de los cuales tuvieron especial incidencia en los ambientes del agua. Así, la denominada Ley Cambó (1918) estimuló el saneamiento y drenaje de numerosos humedales para su transformación en tierras de cultivo. Por su parte, la Ley de Auxilios de junio de 1911 segmentó por municipios los proyectos de obras de defensa contra las avenidas fluviales e impidió una perspectiva supramunicipal de la dinámica de los cauces.

Muchos años después, esta legislación sectorial de los recursos naturales había quedado obsoleta y tampoco se ajustaba al nuevo contexto internacional. Los acuerdos de la Conferencia de Estocolmo (1972) y otros coetáneos (Ramsar, etc.) situaron la problemática ambiental, el límite de los recursos naturales o la ordenación de los espacios naturales protegidos en la agenda de las políticas públicas. Desde estas perspectivas se redactaron los principios ambientales de la Constitución española de 1978 que debían informar, en el futuro, las políticas públicas y el desarrollo de las leyes de protección de la naturaleza y de gestión de los recursos naturales.

Otro hito jurídico fue la Ley de Aguas de 1985 que reconoció, por primera vez, su carácter de recurso unitario renovable. En consecuencia, incluía las aguas subterráneas en el dominio público, desapareciendo el derecho a apropiársela que hasta entonces concedía la Ley de 1879 a quién las alumbrase. Aunque el agua seguía asociada al ideal

regeneracionista de elemento de riqueza, la Ley de 1985 reforzaba la dimensión pública del agua, establecía la obligatoriedad de la planificación hidrológica, se ocupaba de la calidad de las aguas e incorporaba enfoques hidroambientales.

España, desde el momento de la entrada en la Unión Europea, aceptó adaptar su derecho interno a los objetivos marcados por las directivas europeas. En este sentido, la Directiva Marco del Agua del 2000 (Arrojo-Del Moral, 2003) –que ya ha sido traspuesta a la Ley de Aguas vigente- considera que “el agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal”. En su desarrollo, se refiere en numerosas ocasiones a los ecosistemas acuáticos, para los que pide una utilización prudente y racional que tenga en cuenta los datos científicos y técnicos disponibles. La Directiva propone la elaboración de programas ajustados a las condiciones regionales y locales. En todos los casos, una política de aguas eficaz y coherente debe tener presente la vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos. La trasposición y aplicación de estos y otros considerandos de la Directiva Marco del Agua constituye la base para prevenir todo deterioro adicional de los ambientes del agua y para proteger y mejorar su estado (Grande *et al.*, 2001).

### **II.3. La administración del agua y de los ambientes del agua**

Frente a la gestión sectorial que fraccionaba las aguas según los usos humanos (abastecimientos, regadíos, producción hidroeléctrica, etc.) o según reservorios compartimentados (aguas superficiales, subterráneas, marinas, etc.), la Directiva Marco ha adoptado la *cuenca hidrográfica* –esto es, un sistema ecológico, hidrológico e hidrogeomorfológico- como unidad básica de gestión, planificación integral y de aplicación de medidas para la protección y uso sostenible del agua.

Este enfoque no es inédito en España, donde la divisoria hidrográfica –desde 1865—ha delimitado la unidad territorial de actuación de los servicios técnicos de la administración pública del agua. Ahora bien, estas unidades hidrográficas –ahora regidas por un organismo de cuenca— no coinciden con las demarcaciones municipales, provinciales y, más recientemente, autonómicas. Esta singularidad territorial de la administración pública del agua es o puede ser un marco de cooperación o tensión interterritorial, con impactos ambientales que pueden alcanzar a los mismos ecosistemas acuáticos.

La original fórmula organizativa de las Confederaciones Sindicales Hidrográficas (1926-1932) pretendía impulsar la construcción de obras hidráulicas y para la explotación integrada y conjunta de todos los aprovechamientos hidráulicos de una cuenca hidrográfica, con la participación de los interesados (Fanlo, 2007). En concreto, la Confederación Hidrográfica del Ebro desarrolló un programa muy ambicioso (Frutos, 1995) que modificó la estructura regional y propició cambios ecológicos y socio-económicos considerables. No obstante, la naturaleza originaria de las Confederaciones pronto se desnaturalizó al perder la representación de los usuarios y, desde 1958, se consagró la dualidad orgánica *Comisaría de Aguas* (aguas) – *Confederaciones Hidrográficas* (obras), a la que puso fin la Ley de Aguas de 1985.

La Constitución española de 1978 otorga al Estado competencia exclusiva en materia de “legislación, ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos cuando las aguas discurren por más de una Comunidad Autónoma”. El Tribunal Constitucional interpretó que estas competencias la ejercen sobre la cuenca hidrográfica. En otras palabras, el Estado tiene competencias exclusivas sobre las denominadas cuencas intercomunitarias que exceden el ámbito territorial de una sola comunidad autónoma; por el contrario, una comunidad autónoma podrá asumir las competencias de las cuencas denominadas intracomunitarias.

### **III. DINÁMICAS DE LOS AMBIENTES DEL AGUA**

El agua es un elemento imprescindible para el desarrollo de la vida, y esencialmente dinámico, ya que basa su eficiencia en la movilidad. El hecho de que sea la única molécula que aparece, de forma natural, en sus tres estados (sólido, líquido y gaseoso) le imprime, a través del intercambio energético, uno de los principales factores de dinamismo. El otro gran motor del movimiento es la gravedad. Este tránsito de agua de unos reservorios a otros del planeta, si bien anualmente únicamente afecta a un 1% del volumen total, resulta primordial para el desarrollo y conservación de los sistemas naturales.

De la interacción entre la hidrología y los sistemas naturales, bajo complejas condiciones de equilibrio dinámico, se van configurando los distintos ambientes del

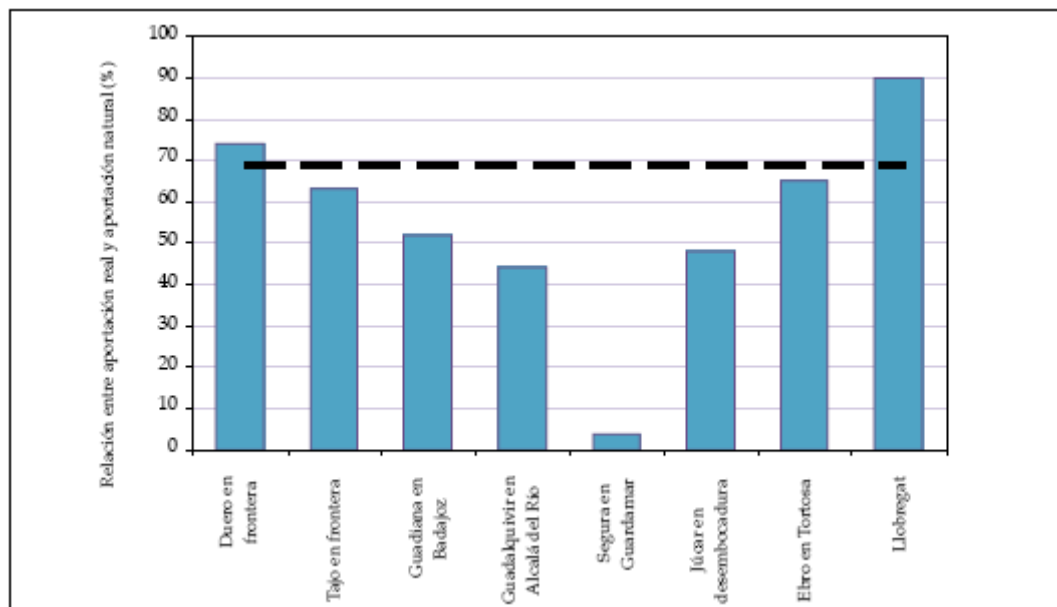
agua. Los procesos de intercambio hídrico, energético, de sedimentos y de nutrientes entre ellos están ajustándose permanentemente, con objeto de alcanzar la máxima eficiencia y riqueza ecológica.

Sin embargo, en este marco de equilibrio natural la acción antrópica es cada vez mayor y más desconsiderada con el medioambiente. El hombre interviene los ciclos naturales, alterando la distribución del agua en los reservorios, los tiempos de permanencia en cada uno y los procesos de tránsito de uno a otro. Todo ello genera desequilibrios en la disponibilidad de agua con que cuentan los sistemas naturales en un momento dado.

En relación con la actividad humana, adquieren relevancia los conceptos de *agua renovable*, entendida como la parte de los recursos superficiales y subterráneos que se renuevan cada año gracias a la lluvia, y de *agua detraída*, como parte del agua extraída por el hombre de las fuentes de aprovisionamiento para sus actividades. En términos absolutos, cuando el agua detraída es superior al agua renovable (que en nuestro país oscila entorno a los 111 km<sup>3</sup>) se producen enormes desajustes en la dinámica natural de los sistemas del agua. Sin llegar al balance hídrico general, cualquier intervención antrópica sobre el ciclo del agua produce desequilibrios que, en el caso de España, han llegado a ser muy intensos, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo pasado. La figura 2.1 constituye un ejemplo de afección antrópica sobre el ciclo natural. Muestra, para el caso de algunos ríos importantes, el cociente entre el caudal medio que circula actualmente y, por tanto, en *régimen afectado*, y el que circularía si no hubiese afección humana, es decir, en *régimen natural*. Llama la atención casos como el del río Segura, en el que sólo llega al mar el 4% de agua que llegaría de manera natural.



Figura 1. Relación entre aportación real y aportación natural para diferentes ríos españoles



Fuente: *Libro Blanco del Agua*, 1998

Si bien, desde el punto de vista cuantitativo, la afección más significativa es, sin duda, la disminución de los caudales naturales, no resulta menos alarmante el progresivo deterioro de la calidad de las aguas, la descompensación de los procesos de erosión-transporte-sedimentación en las cuencas, la desconexión entre elementos del sistema fluvial, la degradación biogeográfica y paisajística, etc.

La dinámica de los ambientes del agua en España no puede desligarse, por tanto, de la acción humana. Entre las intervenciones más significativas de las últimas décadas resaltan las enormes transformaciones del territorio derivadas, por un lado de la extensión de la agricultura (un 50% de la superficie española se cultiva) y, por otro, del incremento de la urbanización (según el INE, la superficie artificial ha aumentado en España cerca de un 30% entre 1991 y 2001). Estos hechos implican cambios considerables en los procesos del ciclo hidrológico, sobre todo en relación con la generación de escorrentía, además de un aumento importante de la demanda de agua que, a menudo, se ha satisfecho mediante la construcción de grandes infraestructuras hidráulicas. Según el Ministerio del Medio Ambiente (2006) en la actualidad existen

más de un millar de grandes presas, con una capacidad total de almacenamiento por encima de los 54.000 hm<sup>3</sup> (56.000 hm<sup>3</sup> si se contabilizan los embalses en ejecución).

La continua intervención humana sobre los ambientes del agua ha configurado así un escenario en el que la mayor parte de los ríos están regulados, los embalses han adquirido una importancia relevante, desarrollando un ecosistema propio, los humedales han visto muy mermada su superficie y biodiversidad por sucesivas desecaciones y las aguas subterráneas están cada vez más degradadas. Sólo en los últimos años está dinámica parece que está virando, de la mano de la Directiva Marco, hacia posiciones más sostenibles y conservacionistas con el medioambiente. A escala nacional se han puesto en marcha nuevas estrategias de restauración de ríos (Programa AGUA), que pretenden arbitrar actuaciones para recuperar el buen estado ecológico y funcional de los ríos. A nivel de demarcación también se observan iniciativas en esta línea: en la Confederación Hidrográfica del Norte se han iniciado proyectos de seguimiento de las concesiones de explotación de presas y azudes con objeto de derribar las infraestructuras obsoletas; en Cataluña, la Agencia Catalana del Agua está realizando una labor muy importante para la recuperación de los ambientes fluviales; en El Guadalquivir se están incrementando las medidas de ahorro de agua en la agricultura; etc. En definitiva, la dinámica de los últimos años tiende a devolverles parte de su naturalidad a los ambientes del agua, recuperando el valor medioambiental, patrimonial y cultural de los mismos, frente a la concepción básicamente desarrollista que ha primado la política hidráulica del siglo pasado.

### **III.1. Ambientes fluviales**

Los ambientes fluviales contienen el 0,001% del agua del planeta (14.000 km<sup>3</sup>), después de océanos, acuíferos, glaciares, lagos y suelos. En España, según el Libro Blanco del Agua (1998), la escorrentía total o lluvia útil es de 220 mm, lo cual implica un coeficiente de escorrentía del 32% (organizada en dos vertientes, la atlántica, a la que drena el 75% de las aportaciones anuales, y la mediterránea, con el 25%). No son, por tanto, uno de los mayores reservorios del ciclo, si bien son de los más señalados por ser los más dinámicos.

Constituyen complejos instrumentos morfogenéticos, cuya funcionalidad se basa en ir ajustándose continuamente a las fluctuantes condiciones de masa y energía del sistema, mediante procesos de erosión, transporte y sedimentación. Los ríos juegan un papel importante en el transporte de agua, sedimentos, nutrientes y seres vivos y, en consecuencia, cuentan con una enorme capacidad de articular y estructurar el territorio. Constituyen auténticos corredores geomorfológicos, ecológicos, paisajísticos y bioclimáticos, en cuya movilidad reside la riqueza y diversidad de los sistemas naturales (Malavoi *et al.*, 1998).

La dinámica fluvial genera una heterogeneidad de ambientes que se suceden a lo largo de la misma. Esta riqueza es mayor cuanto más grande y diversificada es la superficie de la cuenca. Destacan casos como el del río Ebro, que, en sus 85.997 km<sup>2</sup>, recorre dominios cantábricos, pirenaicos y mediterráneos; el Guadalquivir (57.421 km<sup>2</sup>), que, junto a su carácter de depresión bética, combina la influencia atlántica con los ambientes de alta montaña; ó el del Tajo, que a lo largo de sus 1.202 km de longitud atraviesa distintos conjuntos morfoclimáticos del interior peninsular.

A escala más detallada, los sistemas fluviales se articulan en cuencas vertientes y redes de drenaje que van conformando, desde la cabecera a la desembocadura, distintos ambientes hidromorfológicos y ecológicos. De manera general, podemos diferenciar entre entornos de cabecera, de cuenca media y de llanura de inundación.

Los sectores de cabecera están dominados por procesos de erosión, por lo que es frecuente encontrar paisajes salpicados de cañones, hoces, surgencias y saltos de agua. Son los que normalmente presentan un estado mayor de conservación, debido a que constituyen zonas de montaña, donde la ocupación humana no ha sido tan intensa como en las cuencas bajas. En algunas ocasiones han obtenido, incluso, la denominación de parque nacional, como, por ejemplo, los parques de Alto Tajo, en Castilla La Mancha; Ordesa y Monte Perdido, en Aragón; Aigüestortes y Estany de Sant Maurici, en Cataluña, o las Hoces del Cabriel, entre Castilla la Mancha y la Comunidad Valenciana. Estos medios presentan, entorno a los ejes de agua, abundancia de microhábitats que favorecen la biodiversidad y riqueza ecológica. Además, la calidad ambiental atrae

demanda turística, sobre todo en relación con actividades de naturaleza, que, en un marco legal adecuado, potencia la explotación sostenible de estos recursos.

En los sectores de cuenca media dominan los procesos de transporte y removilización de sedimentos. A menudo constituyen pasillos intramontanos de origen tectónico, que presentan procesos muy dependientes del volumen de caudal, y sobre los que es frecuente encontrar piedemontes, conos, terrazas y abanicos aluviales. En ocasiones estos tramos son aprovechados por el hombre, que los cierra con presas y azudes, para almacenar agua. Presentan un estado de conservación intermedio, como consecuencia de los desequilibrios que generan, por un lado, las infraestructuras hidráulicas y, por otro, las explotaciones agrícolas, normalmente de secano, que han hecho desaparecer la vegetación natural y han desnaturalizado los bosques de ribera.

Pese a todo son, sin duda, los sectores de cuenca baja los que presentan mayores alteraciones antrópicas. Desde el punto de vista natural, las llanos de inundación son uno de los elementos geomórficos más dinámicos del sistema fluvial, y, si bien están dominados por mecanismos de sedimentación, están sometiéndose continuamente a un proceso de ajuste entre caudal y carga (Rosselló, 1989). Constituyen el espacio propio de desbordamiento del río y actúan como un reservorio de agua y sedimentos que lamina los picos de crecida (Dunne y Leopold, 1978). También funcionan como recinto de decantación, responsable de la renovación de la fertilidad de los suelos y de la recarga del acuífero aluvial.

Los llanos de inundación y sus respectivos cauces son complementarios e inseparables y, juntos, conforman una unidad hidrogeomorfológica. Durante las crecidas se producen los máximos intercambios ecológicos, ya que se recuperan las conexiones del cauce con todos los subsistemas ribereños (meandros abandonados, brazos muertos, depresiones laterales, etc.). Se regenera así la productividad de las llanuras mediante reemplazo de biota, sedimentos, materia orgánica y nutrientes (Junk *et al.*, 1989; Tockner, 2000). Algunos autores (Ollero *et al.*, 2007) han llegado a hablar de “crecidas ecológicas”, como concepto a tener en cuenta, en la gestión de ríos regulados, más allá de los caudales ambientales.

Estos espacios son los que han soportado una mayor presión humana derivada, sobre todo, del gran crecimiento urbanístico de las últimas décadas. En España, desde 1987 al año 2000, los ríos y cauces naturales han sufrido una reducción de su superficie de un 12%, esto es, de 7.508 has, consecuencia de la artificialización inherente al proceso urbanizador (Lastra *et al.*, 2007). Como resultado, a su paso por las ciudades, los corredores fluviales se han ido convirtiendo en canales monofuncionales, restringidos a su mínima expresión entre edificaciones y viarios (cuando no enterrados) y reducidos a meros instrumentos de desagüe. Basten como ejemplo el río Segura en Murcia, el Genil a su paso por Granada, el Llogregat, aguas debajo de Martorell, el río Francolí en Montblanc o el curso bajo del Arga (Ollero *et al.*, 2007).

Además de las intervenciones directas sobre el cauce, los ambientes fluviales se han visto muy degradados por la emisión de vertidos ligados a la industria y a la producción energética. Actividades aparentemente más conservacionistas, como la agricultura, han supuesto también un impacto considerable, derivado de los regadíos, que generan efluentes en forma de emisiones, vertidos y residuos, cuya peculiaridad radica en que se producen de forma difusa sobre espacios muy amplios (Gómez Orea *et al.*, 2007). Estas actuaciones merman la calidad de las aguas, reduciendo la biodiversidad de los ecosistemas y propiciando la proliferación de especies invasoras, sobre todo en los embalses. Ejemplos de ambientes fluviales con graves problemas de contaminación los encontramos en el Besós en Barcelona, el Segura en Murcia, el Tinto en Huelva o el Guardamiar en Sevilla. Por lo que respecta a problemas derivados de la sucesión de presas y centrales hidroeléctricas destaca el río Ebro.

En definitiva, cada vez es mayor la debilidad de los ambientes fluviales frente al potencial humano de transformación del territorio. Se tiende a estabilizar los ríos mediante regulación de caudales, encauzamientos, corta de meandros, etc., al tiempo que se contaminan sus aguas con vertidos químicos y se reduce y altera su biodiversidad. Sin embargo, la dinámica fluvial es la clave no sólo del funcionamiento hidrogeomorfológico de los sistemas fluviales, sino también de su valor ecológico, paisajístico y ambiental. El río necesita moverse y crear vida. Toda reactivación de la

dinámica fluvial se traduce en una reactivación de la dinámica ecológica (Malavoi *et al.*, 1998). Por ello la conservación de un río pasa por asegurar su dinámica hidrogeomorfológica, garante en última instancia de la protección de todos y cada uno de los elementos del sistema y de sus relaciones (Ollero, 2003).

Esta perspectiva conservacionista domina las últimas tendencias en materia de restauración fluvial y ha conducido a la acuñación del término “territorio de movilidad fluvial”, propuesto desde la mesa de trabajo sobre *Alteraciones Geomorfológicas de los Ríos* (Ollero *et al.*, 2007), en el marco del Plan Nacional de Restauración de Ríos (Programa A.G.U.A), en la reunión de Madrid, de septiembre de 2007. Este término define “un espacio, suficientemente ancho y de límites variables en el tiempo, en el que el río pueda desarrollar sus funciones, erosionar, sedimentar y desbordarse”, sin menoscabo de que, tal y como proponen Kondolf *et al.* (2003), se puedan desarrollar actividades humanas compatibles con los objetivos ambientales. Se trata de recuperar la naturalidad de los ambientes fluviales a partir de una nueva convivencia hombre-medio, donde no sólo las cabeceras disfruten de un estado de conservación aceptable.

### **III.2. Zonas húmedas**

Los humedales son un tipo de sistemas que constituyen una transición o interpenetración entre los ambientes terrestres y los acuáticos, ya sean estos últimos continentales (como ríos y lagos) o marinos. Son, por tanto, sistemas fronterizos entre el medio terrestre y el acuático (Casado y Montes, 1995). Además, pueden ser *zonales*, franja que bordea un medio acuático, o *azonales*, formando unidades húmedas en entorno seco.

Aunque se les puede denominar de muchos modos: zonas palustres, humedales, pantanos, marismas, tremedales, estaños, charcas, tablas, etc., todos ellos tienen en común: la presencia de agua -ya sea en superficie, ya sea como terreno permanentemente saturado a escasa profundidad (Custodio, 1987)-; la presencia de suelos hidromorfos y la aparición de vegetación hidrófila. Desde una perspectiva ecológica entrañan un gran interés ya que son sistemas dotados de enorme capacidad biogénica, muy condicionada por la salinidad, la turbidez y la permanencia del agua (Alonso, 1987). Constituyen auténticos enclaves ecológicos, cuya funcionalidad

trasciende los ecosistemas locales y concierne a la fauna migratoria, que encuentra en ellos alimento, descanso y protección.

La presencia de agua es, sin duda, el factor esencial de estos ambientes, ya que condiciona su propia existencia. En base a su funcionamiento hidrológico, Custodio (1987) distingue tres categorías de humedales:

a) **Humedales asociados a sistemas regionales de agua subterránea.** Debido a la regulación de los acuíferos disponen de un aporte de agua, normalmente dulce, bastante constante, con poca variación estacional ni interanual. Se presentan en cuencas sedimentarias de tamaño grande o mediano, con extensas zonas llanas, deprimidas respecto al entorno. Pueden tener o no drenaje al exterior. Si el aporte hídrico es grande puede aparecer un río permanente que drene los excedentes (caso de los ojos del Guadiana respecto a las Tablas de Daimiel o el río Terri en el caso del Estany de Banyoles). Si el aporte es pequeño, como la zona periférica de Doñana, no se forman cursos exorreicos, sino que aparecen comunidades palustres mantenidas a través de la humedad del suelo. Ejemplos de estos humedales los encontramos en las Tablas de Daimiel, la periferia del Parque Nacional de Doñana, la Bahía de Alcudia (Mallorca) o las zonas de borde del Estany de Banyoles (Gerona).

b) **Humedales por descarga de sistemas subterráneos de carácter local.** Suelen presentar notables variaciones estacionales e interanuales debido a la escasa capacidad reguladora de estos acuíferos. Esto hace que la extensión de la zona palustre varíe de unas épocas a otras, pudiendo llegar a desaparecer en momentos de sequía. Muchos humedales litorales españoles son de este tipo, como los de Pals (Gerona), Oropesa (Castellón), Sur de Gran Canarias, etc., hoy prácticamente desaparecidos.

c) **Humedales mantenidos por aportes de aguas superficiales.** Son los de mayor variabilidad estacional e interanual. Suelen asociarse a áreas periódicamente inundadas por ríos o torrentes, donde el drenaje superficial es deficiente (zonas llanas o endorreicas) y la infiltración mínima (bien porque los suelos presenten niveles

arcillosos, bien porque el freático esté muy próximo a la superficie). Un buen ejemplo de este tipo son las Marismas del Guadalquivir, en su zona central.

En realidad, **los sistemas palustres en estado natural son mixtos**, y se acercan más a un tipo u otro según la época y las condiciones en que se encuentren. Así, por ejemplo, los “aiguamolls” de l’Empordà (Gerona), corresponden a sistemas mantenidos por acuíferos subterráneos regionales y también locales, con aportes significativos de aguas superficiales e influencia marina. Las marismas del Guadalquivir dependen, en gran manera, de agua superficial, pero el nivel freático alto mantiene la humedad del suelo entre inundaciones y los aportes locales sostienen los ojos y puntos de agua permanente. Las Tablas de Daimiel responden a un nivel freático regional y, al mismo tiempo, a las inundaciones fluviales.

En definitiva, los sistemas palustres, de manera natural, presentan un gran dinamismo tanto en el tiempo como en el espacio. Una misma área, en función de oscilaciones temporales de las condiciones físicas y bióticas del medio, puede exhibir propiedades que varían desde un medio de aguas profundas a uno terrestre (pasando por estados palustres y de criptohumedal). Al mismo tiempo, los diferentes tipos de humedales pueden presentarse simultáneamente, asociados en sistemas complejos, cuya expresión espacial es un mosaico de ambientes que, a su vez, varía en composición y distribución a lo largo del tiempo (Casado y Montes, 1995).

Los mayores cambios, no obstante, no se deben a causas naturales, sino a intervenciones antrópicas. Históricamente los humedales no han gozado de buena estima. Desde la antigüedad se les ha considerado como zonas peligrosas e insalubres que debían ser “saneadas” en beneficio de las poblaciones próximas o para obtener nuevas áreas de cultivo (Custodio, 1987). Consecuencia de ello es que en los últimos 200 años se haya reducido la superficie de humedales en la España peninsular en, al menos, un 60% (Casado y Montes, 1995), pasando de 280.000 has a 114.000 has (en realidad, la pérdida ha sido mayor porque las estimaciones sobre la superficie original que ocupaba el sistema lacustre y palustre apuntan a 500.000 hectáreas).



La intervención del hombre en los humedales ibéricos ha seguido dos patrones (Casado y Montes, 1995). Un proceso más conservacionista con el medio, basado en su transformación parcial, que, aunque con fines productivos, permite hablar de interacción entre naturaleza y cultura, como por ejemplo las salinas (que se remontan al menos a la época romana), los arrozales (desde época medieval, con una gran expansión a partir del XVIII), la fabricación de sosa a partir de las plantas barrilleras, la caza, el marisqueo, pastos, baños medicinales, extracción del barro, leyendas y tradiciones. El otro proceso, mucho más agresivo, se basa en la desecación de las zonas húmedas para roturación y cultivo. Uno de los primeros ejemplos, con apoyo estatal, es la laguna de Villena (Alicante) entre 1784 y 1805.

En el s. XIX se sucedieron numerosos intentos, más o menos infructuosos de desecación, a lo cuál contribuyó la llamada ley Cambó de 1918 (derogada por la Ley de Aguas de 1985), cuyo objetivo era favorecer con incentivos la desecación de lagunas, marismas y terrenos pantanosos. Sin embargo fue la política desarrollista de los 50, 60 y 70 la que, en su vertiente agraria, más ha contribuido a la destrucción de nuestros humedales. A esta época corresponden la destrucción de las lagunas de Antela en Orense (24 km<sup>2</sup>), la Nava, en Palencia (22 km<sup>2</sup>) y La Janda en Cádiz (40 km<sup>2</sup>). En la actualidad la Ley de Aguas protege los humedales, sin embargo la destrucción sigue a partir de la sobreexplotación de las aguas subterráneas (Libro Blanco del Agua, 1998).

Casado y Montes (1995) analizan el proceso de destrucción de los humedales peninsulares y establecen cinco grandes grupos:

a) Los **sistemas de montaña**, como los kársticos, son los que están en un estado de conservación más favorable, debido a las dificultades que para su transformación plantea el medio físico. En estos casos las principales alteraciones derivan de la degradación de sus aguas, a veces motivada por un notable impacto turístico, como las lagunas de Ruidera. En la alta montaña, el factor de degradación más importante está ligado a la proliferación de las estaciones de esquí, como el caso de las lagunas menores del complejo de Peñalara (sierra de Guadarrama) afectada por la estación de Valcotos; o el ibón de los Asnos, en el Pirineo oscense, afectado por la estación de Panticosa.

b) **Humedales interiores** que se distribuyen por las cuencas sedimentarias de ambas Castillas, la depresión del Ebro y Andalucía. La situación es peor porque son tierras llanas de humedales someros, muy propicias para la agricultura. Sólo quedan 4.800 has frente a un total de 14.800 estimadas en los sistemas dulces. Las lagunas saladas se conservan mejor porque son menos aptas para el cultivo. A pesar de todo núcleos salinos como los de Monegros y Alcañiz están siendo afectados sin que los resultados agrícolas justifiquen ni el impacto ambiental, ni la rentabilidad de las inversiones realizadas.

c) **Llanuras de inundación** –localizadas fundamentalmente en la región manchega-. Constituye el grupo que presenta los peores problemas debido a los drenajes, canalizaciones y sobreexplotación de aguas subterráneas. Apenas se conserva el 20% de su primitiva extensión (3.200 de 15.700 has), y esto incluyendo las tablas de Daimiel que, abastecidas artificialmente con aportes hídricos externos, no son sino un ecosistema artificial que prácticamente puede darse por desaparecido en cuanto a su funcionamiento natural.

d) **Humedales costeros**. Son los ambientes que, en términos absolutos, presentan una pérdida de superficie palustre mayor, por drenaje, cultivo, expansión urbana y vertidos de escombros y residuos industriales. Se han destruido más de 140.000 has en época reciente (quedan 98.000 has de las 240.000 has que había hace poco más de un siglo). Suelen ser unidades grandes (las marismas del Guadalquivir suponen la mitad de la superficie palustre del total peninsular) y de gran valor ambiental. Las actuaciones humanas han ido transformando estos humedales en arrozales -como por ejemplo el litoral levantino-, donde la gestión artificial de las inundaciones estacionales ha dado lugar a hábitats acuáticos alternativos. Entre los nuevos problemas, destaca, por su rápida proliferación el de los cultivos marinos o acuicultura costera, cuya expansión en los últimos años ha causado fuertes impactos en las marismas andaluzas y en algunas del Cantábrico.

Desde la promulgación de la Ley de Aguas (1985) ha cambiado mucho la percepción y el tratamiento legal de las zonas húmedas. Las aguas se consideran de titularidad pública y sujetas a una protección especial, en razón de su interés ambiental. En España, en los últimos 20 años, se ha pasado de 7 humedales protegidos a más de 150 (Libro Blanco del Agua, 1998), en seguimiento de las leyes de Aguas, Costas y Conservación de Espacios Naturales. En la actualidad, la Unión Europea, a través del Programa Marco (Directiva Marco del Agua y Directiva Hábitat, entre otras) ha revitalizado el interés por la protección de las zonas húmedas. Sin embargo aún queda mucho que hacer, sobre todo en relación al modo de llevar a la práctica el espíritu de la ley. Tristemente no son pocos los ejemplos de falsas recuperaciones y dudosos planes de restauración natural, ejecutados a golpe de excavadora, que, pretendiendo recrear el hábitat natural, han destruido para siempre el sustrato ambiental.

### **III.3. Aguas subterráneas**

Hablar de aguas subterráneas es hablar de una parte del ciclo hidrológico, íntimamente relacionado con los ambientes fluviales y los palustres. No puede entenderse, por tanto, como un ambiente aparte, con dinámica propia, sino que se trata de un gran reservorio (el más grande del planeta a excepción de los océanos), en continua interacción con las aguas superficiales. El nivel de las aguas freáticas marca la extensión de los humedales, al tiempo que ríos y cursos fluviokársticos drenan los excedentes subterráneos cuando afloran en superficie. La conexión entre los cauces y los acuíferos determina la regulación de los ríos. La constancia en el caudal está relacionada con aportes subterráneos, mientras que los canales desconectados de subálveo presentan una circulación intermitente, propia de ramblas y barrancos.

El sistema del lago de Banyoles constituye uno de los ejemplos más significativos de interconexión acuífero-humedal-río. Con más de 100 has de superficie de agua, constituye el segundo lago más grande de España (después del de Sanabria, en Zamora). Se asienta sobre un gran acuífero kárstico cuya principal área de recarga la conforman los afloramientos calcáreos de la Alta Garrotxa, el propio lago y algunos lechos fluviales (ríos Llierca, Aniol y Burró). El total de entradas se cifra en unos 84 hm<sup>3</sup> al año (cinco veces el volumen del lago) y la circulación subterránea se produce a través de una doble vía: superficial y profunda. La vía superficial se efectúa a través de los

acuíferos detríticos, situados en los primeros metros, mientras que la profunda atañe a un complejo acuífero kárstico, en su mayoría confinado, que alcanza los 1000 m de profundidad. Todo este sistema genera un flujo subterráneo, con dirección SE, que, en parte emerge en el río Fluvial (De la Orden y Murillo, 2001).

Los acuíferos generan y soportan, por tanto, todo un elenco de ecosistemas complejos, ligados a los afloramientos de agua y a las áreas de interacción con la hidrología de superficie. Las Tablas de Daimiel, el parque de Doñana, el Delta del Ebro o la la Albufera de Valencia, constituyen ejemplos de la expresión ambiental de las aguas subterráneas. Además, desde el punto de vista paisajístico, se abre una nueva panorámica en torno al agua, en forma de cavidades, adornadas de estalactitas y estalagmitas; torcas; cañones, surgencias, etc. Sólo como muestra, podemos citar el Torcal de Antequera, la Ciudad Encantada de Cuenca, o las cuevas de Nerja (Málaga), Cristal (Molinos, Teruel), Agua (Iznalloa, Granada) y Drach (Mallorca).

Si bien las aguas subterráneas entrañan un gran valor ambiental, no podemos obviar su potencial como recurso para la actividad humana, ya que es precisamente la acción antrópica la que más ha influido en la dinámica del subálveo. En España se han catalogado un total de 411 unidades hidrogeológicas (Libro Blanco del Agua, 1998) que, según el *Inventario de Recursos de Agua Subterránea en España* (MOPTMA-MINER-UPC, 1993), conforman una superficie permeable aflorante de 176.500 km<sup>2</sup>. Los acuíferos detríticos son los más extensos (99.000 km<sup>2</sup>) y en gran parte coinciden con depresiones Terciarias, como las cuencas del Duero, Tajo o Guadiana. Les siguen en importancia los acuíferos carbonatados (67.900 km<sup>2</sup>), normalmente ubicados en las cabeceras de los grandes ríos (Duero, Ebro, Tajo, Guadalquivir, Júcar y Segura), en los que descargan y a los que dotan de caudal de base. Por último aparecen las formaciones volcánicas (7.800 km<sup>2</sup>) que, exceptuando algunos enclaves como el Campo de Calatrava, Cabo de gata o área de Olot, se encuentran mayoritariamente en el archipiélago canario.

A nivel nacional, más del 26% (29.000 hm<sup>3</sup>) de la aportación hídrica anual está conformada por la componente subterránea (fracción que supera el 70% en

demarcaciones como la del Júcar o la del Segura, donde constituye el recurso más importante). Esta componente subterránea viene a coincidir con la recarga natural de los acuíferos y, en principio, no supone mayor desequilibrio para los sistemas naturales. El conflicto surge en relación con la explotación, por bombeo, de los sistemas hidrogeológicos, cuando se supera esta tasa de recarga en régimen natural.

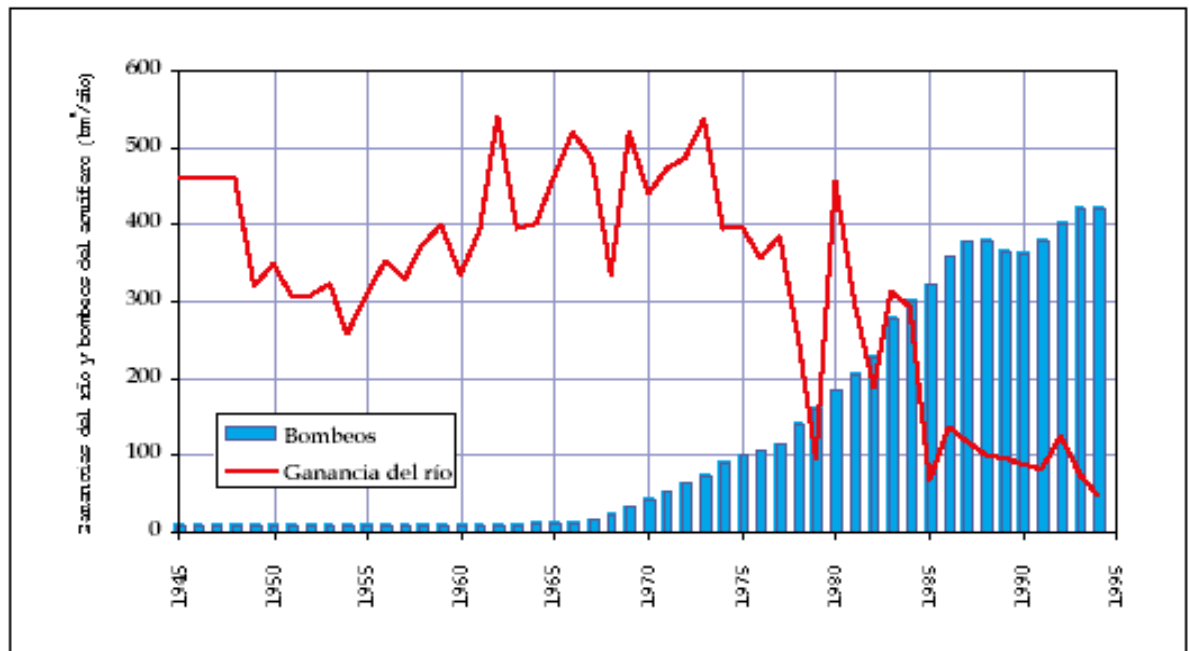
Según el ITGE (1993) el volumen de agua almacenado en los sistemas subterráneos, hasta los 200 m de profundidad, oscila entorno a los 125.000 hm<sup>3</sup>, con una mayor importancia en la cuenca del Júcar (79.100 hm<sup>3</sup>) y en la del Duero (43.600 hm<sup>3</sup>). La explotación humana de estas aguas, por bombeo, es del orden de 5.500 hm<sup>3</sup>/año, esto es el 18,5% de la recarga en régimen natural. Si bien en términos generales estas cifras no son preocupantes, la distribución territorial de estas extracciones señala ámbitos muy problemáticos como las confederaciones del Guadiana (donde se extrae más del 100% de la recarga); del Segura (más del 80%) y del Sur (más del 60%). Paradójicamente, el mayor porcentaje de bombeo de agua respecto al total de España lo tiene la cuenca del Júcar (26%), si bien, resulta menos problemático que las anteriores porque sólo le supone un 57,2% de su recarga anual (Libro Blanco del Agua, 1998).

Cuando la extracción es mayor que la recarga se produce un problema de sobreexplotación. Este fenómeno arranca en España en los años 50, se extiende durante los 70 y en la actualidad afecta a más del 20% de las unidades hidrogeológicas, con especial incidencia en las del sureste mediterráneo (Murcia, Almería y Alicante) y en la llanura manchega (Ciudad Real y Albacete). La sobreexplotación de acuíferos puede producir impactos negativos de muy diversa índole: mediomambientales (reduciendo la extensión de los humedales y del caudal en ríos y manantiales), económicos (profundizando el nivel piezométrico e incrementando el coste del bombeo en los pozos); de calidad (aumentando la salinidad) y geotécnicos (produciendo hundimientos por subsidencia inducida).

Ejemplos de esto lo encontramos en cómo el descenso del nivel en el acuífero de la Mancha Occidental ha dado lugar al deterioro de las Tablas de Daimiel y Lagunas de Ruidera; cómo en el delta del Llobregat o en de la Plana de Castellón los bombeos han

modificado las relaciones acuífero-río, haciendo que estos últimos hayan pasado de recibir agua del acuífero a perderla y alimentarlo; o cómo las extracciones en el acuífero de la Mancha Oriental han producido importantes descensos del caudal del Río Júcar, durante los últimos 20 años a su paso por la Llanura Manchega (figura 2.2).

Figura 2. Efecto de los bombeos en la Mancha sobre los caudales del río Júcar



Fuente: Libro Blanco del Agua, 1998

Otro problema muy extendido en el caso de los acuíferos costeros es la salinización de las aguas por intrusión marina, como por ejemplo la unidad hidrogeológica de la Planadania-Gandía, en Alicante y Valencia. Con objeto de desplazar las cuñas salinas hacia el mar, se han venido aplicando técnicas de *recarga artificial*, que permiten, mediante intervención programada, introducir agua en los acuíferos. En España, las primeras instalaciones de recarga se ubicaron en los alrededores de Barcelona, en los aluviales de los ríos Besós y Llobregat. En este último se recargan, en algunos años, hasta un máximo de 20 hm<sup>3</sup> en pozos localizados del delta, con aguas sobrantes de la planta de tratamiento de Sant Joan d’Espí. Otras experiencias de interés son las de Mallorca, en el Llano de Palma; la del Boquerón, en la cuenca del Segura; la de Mazagón, Huelva, etc. (Libro Blanco del Agua, 1988). La recarga artificial, no obstante, es una técnica que presenta cierta complejidad de ejecución y cuya aplicación se reduce a casos muy concretos de ámbito local.

En la actualidad, las últimas tendencias para preservar la calidad de las aguas subterráneas apuntan al desarrollo de una serie de instrumentos legales que conducen a la *Declaración de Acuíferos de Protección Especial*. De momento esta declaración prima los sistemas que sean una fuente de suministro importante, actual o futura, de agua potable para el abastecimiento urbano; que constituyan el soporte hídrico de zonas húmedas, cursos de agua u otros espacios naturales de interés especial; o que formen parte de un plan de previsión de gestión de sequías (Libro Blanco del Agua, 1998).

#### **III.4. Ambientes singulares: los embalses**

La gran irregularidad pluviométrica de la península y la necesidad de guardar los recursos superficiales ha ido convirtiendo a España en un país de presas (más de un millar), capaces de almacenar entorno a 56.000 hm<sup>3</sup> de agua. El ritmo de ejecución de estas infraestructuras presenta dos etapas: hasta 1955 se construye a una media de 4 presas anuales, mientras que a partir de este momento la tasa se acelera hasta alcanzar unas 20 por año. Entre los años 50 y los 70 es cuando se fundan las obras de gran magnitud y, en consecuencia, cuando el incremento en el volumen de embalse crece de una manera más acusada. El 98% de esta capacidad se concentra en los 300 embalses de más de 10 hm<sup>3</sup> (Libro Blanco del Agua, 1998). Las mayores presas, con una capacidad superior a los 1.000 hm<sup>3</sup>, se encuentran ubicadas en las confederaciones del Guadiana (La Serena y Cíjara); Tajo (Alcántara, Buendía y Valdecañas); Duero (Almendra y Ricobayo); Ebro (Mequinenza) y Júcar (Alarcón).

Se crean así unos ambientes de agua singulares, de procedencia antrópica en origen, pero que, en algunos casos, han llegado a convertirse en una pieza ecológica vital, alternativa a los lagos y humedales naturales, tan mermados por la actividad humana. En este sentido, cabe mencionar que el Convenio de Ramsar sobre humedales de importancia internacional como hábitat de aves acuáticas incluye tres embalses españoles: Orellana -Río Guadiana- (figura 2.3), Cordobilla y Malpasillo -ambos en el Río Genil-.

La construcción de una presa supone importantes afecciones territoriales de índole medioambiental, ecológica, social y económica. El impacto más directo e inmediato atañe al sistema fluvial sobre el que se instala. El represamiento del agua y la inundación del vaso del embalse modifica la dinámica hidrogeomorfológica del río, así como los ecosistemas acuáticos y terrestres preexistentes. El régimen fluvial se convierte en pseudolacustre; dominan los procesos de acumulación sedimentaria; la calidad de las aguas disminuye porque incrementa la eutrofización; decrece la biodiversidad y proliferan las especies introducidas, etc. En síntesis, desde el punto de vista natural y de manera general, la creación de una presa rebaja la calidad ambiental de una zona. Algunas de las recientes estrategias de restauración fluvial prevén, incluso, la eliminación de aquellas infraestructuras cuyas concesiones de explotación hayan expirado.

No obstante, y a pesar de este deterioro ambiental, en función del régimen de explotación también se producen efectos medioambientales positivos. Si el aprovechamiento permite una cierta estabilidad del nivel se pueden formar humedales y ecosistemas de gran valor natural y paisajístico, asemejándose a los grandes lagos. En algunos casos se crean nuevos biotopos, que se convierten en alternativas válidas a los lugares tradicionales de parada y reproducción de aves acuáticas, hasta el punto de abrir nuevas vías migratorias (DGOH, 1996). Así, según la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife), un 35% de las localidades censadas de aves invernantes son embalses, especialmente en los casos de Extremadura, Andalucía y Castilla. Sirva como ejemplo el Embalse de Sierra Brava, en Zorita (Cáceres), donde en el invierno de 2002 se llegaron a contabilizar más de 100.000 anátidas, 15.000 gaviotas, 4.500 Agujas Colinegras, 8.000 grullas y más de 2.000 aves entre Fochas, Somormujos y Zampullines (SEO/BirdLife, 2004).

En este sentido, además de los embalses del Convenio Ramsar existen una serie de embalses que por su importancia ornitológica están catalogados como *Zona de Especial Protección para las Aves (Z.E.P.A)*, como por ejemplo los embalses de Castronuño (Río Duero en Valladolid); Navalcan (Río Guadyerbas en Toledo); Rosarito (Río Tiétar en Toledo); etc. Si a ello añadimos las ZEPAS que incluyen en su territorio algún



embalse como elemento constitutivo de las mismas, se obtiene una superficie global entorno a las 225.000 ha (DGOH, 1996).

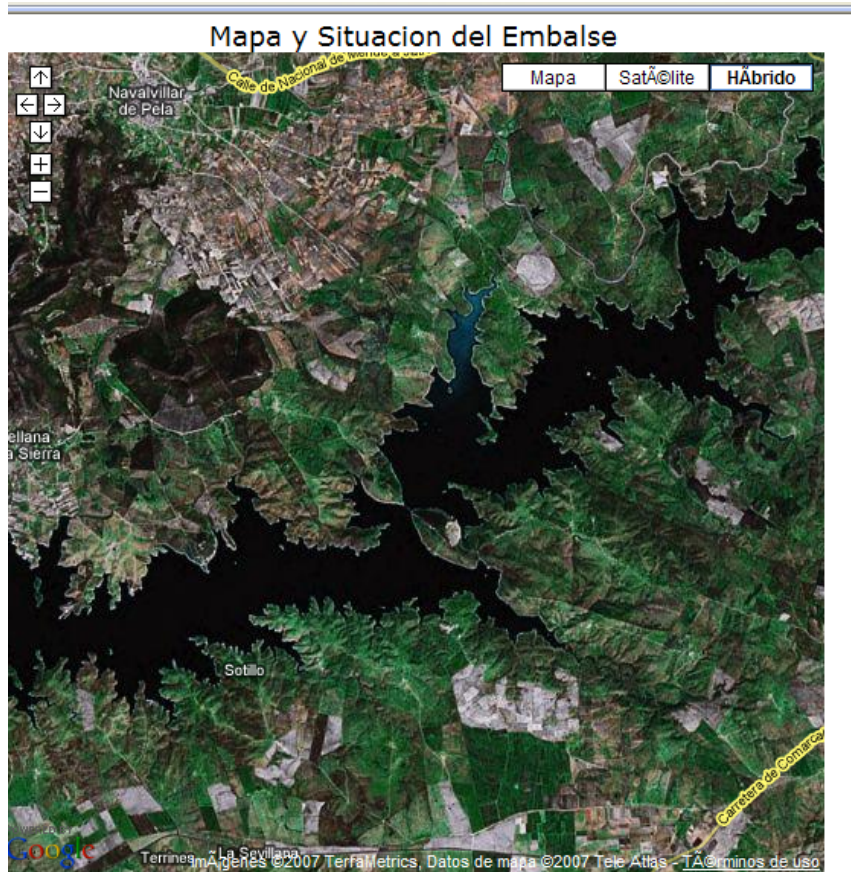
Visto el papel que desempeñan los embalses como lugares de paso e invernada de especies de aves, en algunos de ellos se han llevado a cabo actuaciones encaminadas a mejorar su calidad para hábitat de la avifauna, como la creación de islas artificiales y de diques en la cola del embalse que garanticen la estabilidad del nivel del agua, con independencia del régimen de explotación del embalse. Ejemplos de ello lo constituyen el Embalse de Orellana, donde se han construido tres diques y veintisiete islas de tierra entre la zona de diques y las márgenes del embalse, o los embalses de Viñuela, Limonero, La Concepción, Guadarranque y Charco Redondo pertenecientes a la Confederación Hidrográfica del Sur, donde la escasez de vegetación para la nidificación se ha solventado mediante la instalación de islas flotantes artificiales.

Respecto a la calidad del agua, los procesos de eutrofización y déficit de oxígeno, se han intentado paliar en algunos embalses, mediante programas de aireación forzada. Es el caso del embalse hipertrófico de Zújar (Badajoz), donde mediante esta técnica se ha conseguido elevar la concentración de oxígeno de 2 a 9 mg/l en el epilimnion. Otras actuaciones para reducir la contaminación han consistido en la retirada masiva de peces de los embalses, como el caso de Alarcón (en 1994 se retiraron 300 toneladas de peces, para controlar la cadena trófica desde los eslabones superiores); aplicación de técnicas de renovación del agua mediante explotación planificada (como ocurre con los embalses de abastecimiento a la ciudad de Sevilla); o desforestación del vaso previa a la inundación inicial (DGOH, 1996).

En definitiva, si bien las presas constituyen, en general, las infraestructuras hidráulicas que más impactos negativos acarrearán sobre los sistemas fluviales, no podemos obviar que algunos de los grandes embalses han llegado a adquirir un protagonismo propio. Se han convertido en ambientes singulares, imprescindibles como soporte alternativo para la fauna, sobre todo las aves migratorias. Han desarrollado ecosistemas propios y, en los casos de buena conservación medioambiental, han supuesto un factor de desarrollo rural, a través de la explotación turística. En este sentido, frente a la agresividad del

turismo tradicional de litoral, cabe resaltar la potencialidad de estos grandes embalses, para abanderar un nuevo modelo de turismo blando, más en consonancia con el respeto y la conservación del medioambiente.

Figura 3. Foto satélite del Embalse de Orellana



#### IV. CONCLUSIÓN

Muchos corredores fluviales, numerosos acuíferos e importantes zonas húmedas registran recientes modificaciones cualitativas y cuantitativas en su estructura, composición y funcionamiento. Las obras hidráulicas de regulación y canalización, la masiva captación y sobreexplotación de las aguas subterráneas, la desecación de humedales, los vertidos incontrolados, las plantaciones de riberas, los dragados de los cauces, la modificación del régimen natural de los ríos, la dulcificación de saladares o la salinización de ríos están reduciendo la diversidad de los ambientes del agua, especialmente la de los situados aguas abajo y en las zonas de transición.

Ante esta perspectiva de progresiva degradación medioambiental, las políticas públicas han ido virando su posición, desde actuaciones *hidráulicas*, destinadas fundamentalmente a atender las crecientes demandas antrópicas, a un enfoque más *hidrológico*, asentado sobre principios conservacionistas. Obviamente esta evolución no surge de manera espontánea, sino que sigue las normas marcadas por la Unión Europea. La Directiva Marco plantea una serie de pautas e instrumentos legales orientados a recuperar el medioambiente. Al mismo tiempo se firman, a nivel internacional, acuerdos de protección de la naturaleza y de gestión de los recursos que afectan de lleno a los ambientes del agua. Restringen las detracciones, velan por la calidad ecológica, controlan los usos, reducen la contaminación, propician la biodiversidad, etc.

En este nuevo contexto, la planificación debe asentarse sobre la base de una explotación hídrica sostenible, que asegure la conservación de los ambientes del agua. Frente a una estrategia de regulación masiva del recurso, resulta fundamental el diseño de sistemas de aprovechamiento eficientes, basados en tecnologías que optimicen el rendimiento y minimicen el gasto, alterando lo menos posible la dinámica ambiental y ecológica.

En definitiva, estamos en un contexto de cambio y el reto más importante del siglo XXI consiste en arbitrar los mecanismos legales, de gestión y científico-técnicos necesarios para permitir recuperar la naturalidad de los ambientes del agua, sin renunciar al desarrollo de las sociedades humanas. No es una cuestión exenta de conflictividad, pero una sociedad avanzada no puede menos que reivindicar (y salvaguardar) la sostenibilidad de los valores ecológicos, sociales y patrimoniales de los ambientes del agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, M. (1987): Clasificación de los Complejos Palustres Españoles, *Bases Científicas para la Protección de los Humedales en España*, Madrid, pp. 65-78.

ARROJO, P. (2003): P.H.N. Tornar las claves del fracaso en argumentos de futuro, en P. Arrojo y L. del Moral (eds.): *La Directiva Marco del Agua: Realidades y Futuros. III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*, Zaragoza, Fundación Nueva Cultura del Agua, pp. 73-105.

ARROJO, P. y DEL MORAL, L. (2003): *La Directiva Marco del Agua: realidades y futuros. III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*, Zaragoza, Fundación Nueva Cultura del Agua, 586 p.

CASADO, S. y MONTES, C. (1995): *Guía de los Lagos y Humedales de España*, Madrid, 255 p.

CUSTODIO, E. (1987): Peculiaridades de la Hidrología de los Complejos Palustres Españoles, *Bases Científicas para la Protección de los Humedales en España*, Madrid, pp. 43-63.

D.G.O.H. (2006): *Inventario de Presas y Embalses*, Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 273 p.

DE LA ORDEN, J.A. y MURILLO, J.M. (2001): Banyoles, el agua que recorre las entrañas de la Tierra, *Aguas Subterráneas, Paisaje y Vida. Acuíferos de España*, ITGE, serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas, nº 2, pp 168-182.

DÍAZ-MARTA, M. (1996): Dos siglos y medio de planificación hidrológica en España, en J. F. Martín y J. Montalvo (eds.): *Agua y paisaje. Naturaleza, cultura y desarrollo*, Madrid, Multimedia Ambiental, pp. 199-221.

DUNNE, T. y LEOPOLD, L.B. (1978). *Water in Environmental Planning*, S. Francisco, Freeman and Company, 818 p.

FANLO, A. (2007): *La unidad de gestión de las cuencas hidrográficas*, Murcia, Instituto Euromediterráneo del Agua, 453 p.

FRUTOS, L. M<sup>a</sup> (1995): Las Confederaciones Sindicales Hidrográficas, en A. Gil Olcina y A. Morales (eds.): *Planificación Hidráulica en España*, Alicante, Fundación Caja del Mediterráneo, pp. 181-256.

GÓMEZ OREA, D. y SEGURA, R. (coord.) (2007): Documento de la Mesa de Trabajo sobre “La Agricultura y sus efectos en los Ríos”, *Plan Nacional de Restauración de Ríos, Programa AGUA*, Ministerio de Medio Ambiente – U.P.M., Madrid, septiembre 2007 (inédito).

GRANDE, N.; ARROJO, P. y MARTÍNEZ, J. (eds.) (2001): *Una cita europea con la nueva cultura del agua: la Directiva Marco. II Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas*, Zaragoza, Junta de Andalucía, 597 p.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B. y SPARKS, R.E. (1989): The flood-pulse concept in river-floodplain systems. *Special Publication of the Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106, pp 110-127.

KONDOLF, G.M.; PIÉGAY, H. y SEAR, D. (2003): Integrating geomorphological tools in ecological and management studies. En Kondolf, G.M. y Piégay, H. (eds.): *Tools in Fluvial Geomorphology*, Wiley, Chichester, pp 633-660.

LASTRA, I.; GONZÁLEZ, M.A. y RODRÍGUEZ, I. . (coord.) (2007): Documento de la Mesa de Trabajo sobre “La Urbanización y su efecto en los Ríos”, *Plan Nacional de Restauración de Ríos, Programa AGUA*, Ministerio de Medio Ambiente – U.P.M., Madrid, septiembre 2007 (inédito).

MALAVOI, J.R. *et al.* (1998) : *Determination de l'espace de liberté des cours d'eau*. SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, Lyon, 39 p.

MALAVOI, J.R. *et al.* (1998): *Determination de l'espace de liberté des cours d'eau*, SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, Lyon, 39 p.

MARTÍN, J.F. y MONTALVO, J. (eds.) (1996): *Agua y Paisaje. Naturaleza, cultura y desarrollo*, Madrid, Multimedia Ambiental, 333 p.

MARTÍNEZ, J. (2001): Los trasvases entre cuencas: una forma polémica de gestión del agua, en N. Grande, P. Arrojo y J. Martínez (eds): *Una cita europea con la nueva cultura del agua: la Directiva Marco. II Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas*, Zaragoza, Junta de Andalucía, pp. 215-221.

MATEU, J.F. (2007): Público y privado en los espacios naturales españoles, *Espacios Públicos / Espacios Privados. Un debate sobre el territorio*, Santander, Asociación de Geógrafos Españoles y Universidad de Cantabria.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1998). *Libro Blanco del Agua en España*, 855 p.

OLLERO, A. (2003): El Ebro quiere volver a ser libre. Una dinámica fluvial activa es la clave para que haya ríos vivos, *Quercus*, 213, pp 34-38.

OLLERO, A. y ROMERO, R. (coord.) (2007): Documento de la Mesa de Trabajo sobre “Las Alteraciones Geomorfológicas de los Ríos”, *Plan Nacional de Restauración de Ríos, Programa AGUA*, Ministerio de Medio Ambiente – U.P.M., Madrid, septiembre 2007 (inédito).

ORTEGA, N. (1995): El Plan General de Canales de Riego y Pantanos de 1902”, en A. Gil Olcina y A. Morales (eds.): *Planificación Hidráulica en España*, Alicante, Fundación Caja del Mediterráneo, pp. 107-136.

ROMERO, J. (1995): El Plan Nacional de Obras Hidráulicas. Precedentes y condicionantes, en A. Gil Olcina y A. Morales (eds.): *Planificación Hidráulica en España*, Alicante, Fundación Caja del Mediterráneo, pp. 257-282.

ROSSELLÓ, V.M. (1989): Los llanos de inundación, en *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo*, Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo, pp. 243-283.

SEO/BirdLife (2004): La Garcilla, nº 121

TOCKNER, K; MALARD, F. y WARD, J.V. (2000): An extension of the Flood Pulse Concept, *Hydrological Processes*, 14, pp 2861-2883.