

3.2. LA CALIDAD DE LAS AGUAS

3.2.1. Introducción

La descripción y evaluación de la calidad de las aguas es una materia compleja, no exenta de controversias en cuanto a la capacidad de las diferentes metodologías para informar sobre el carácter cualitativo del recurso hídrico. El problema reside fundamentalmente en la definición que se adopte del concepto *calidad del agua*, para el que existen distintas interpretaciones.

Así, se puede entender la calidad, desde un punto de vista funcional, como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella. O desde un punto de vista ambiental, como la define la propuesta de Directiva Marco de las Aguas -a la cual nos referiremos más adelante en su epígrafe específico- como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados objetivos de calidad (calidad ecológica). O como el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que la definen, etc.

En las próximas secciones se estudiará la situación de los recursos hídricos en nuestro país desde el punto de vista cualitativo, procurando aunar estos diferentes enfoques en una visión global integradora.

3.2.2. Situación general y aspectos normativos

La calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas.

La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos. Cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación. La prevención, control y resolución de los problemas derivados de la contaminación de las aguas constituye uno de los objetivos que deben plantearse en cualquier política avanzada de gestión de recursos hídricos.

Actualmente, la calidad general de las aguas continentales españolas no es del todo satisfactoria a la luz de la legislación vigente y de las aspiraciones existentes en el seno de la sociedad. La irregularidad en tiempo y espacio de nuestra climatología, descrita en secciones previas, hace que los vertidos, tanto urbanos como industriales, tengan una influencia más negativa sobre

la calidad final del recurso que en cualquier otro país con mayor regulación natural. Es evidente que, en estas condiciones, la capacidad de autodepuración de nuestros ríos queda muy rápidamente superada, haciéndose necesaria una mayor atención a la prevención, control y corrección de los vertidos, y en ocasiones, requiriendo el establecimiento de determinados caudales mínimos, no ya sólo por razones ambientales, sino también sanitarias.

En lo que se refiere a los vertidos contaminantes la situación resulta diversa. Los vertidos urbanos cada vez se realizan en mejores condiciones gracias a la puesta en marcha y desarrollo del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (PNSD) que, aunque no incluye expresamente la consecución de objetivos de calidad, está logrando que cada vez mayor número de habitantes esté conectado a sistemas de depuración.

La situación de los vertidos industriales resulta más preocupante por cuanto un porcentaje nada despreciable de los vertidos directos no cuenta aún con la debida autorización, y otros muchos tienen autorización provisional en fase de regularización. Es decir, falta mucho por hacer en cuanto a las medidas de corrección de este tipo de vertidos, que ejercen por su número y características una gran presión contaminante sobre cauces y masas de agua. Hasta la fecha se ha avanzado poco en el desarrollo de los Planes Sectoriales de Regularización de Vertidos Industriales previstos en el Real Decreto 484/1995, sobre *medidas de regularización y de control de vertidos*, instrumento que tiene como finalidad solucionar la preocupante situación actual: pocas autorizaciones de vertido, bajas liquidaciones del canon de vertido, problemas competenciales en los vertidos industriales a colectores urbanos e incumplimiento de la legislación.

La contaminación difusa procedente de la agricultura supone en nuestro país otra gran preocupación, sobre todo ligada a la, como veremos, creciente aplicación de fertilizantes y plaguicidas, que pueden provocar graves problemas de eutrofización en los embalses y de contaminación de las aguas subterráneas. Aunque esta situación es conocida y está suficientemente caracterizada en lo que se refiere a la eutrofización en los principales embalses de las cuencas hidrográficas y los principales acuíferos, en ambos casos convendría incrementar el conocimiento para lograr una mejor comprensión y diagnóstico de los problemas planteados.

A tenor de la situación global expuesta resulta, en ocasiones, complejo adecuar la calidad de las aguas a los usos a los que se destina. Este hecho pone de relieve la importancia que adquiere la caracterización de la calidad natural de las aguas y la definición de los objetivos de calidad en los tramos de ríos y acuíferos de

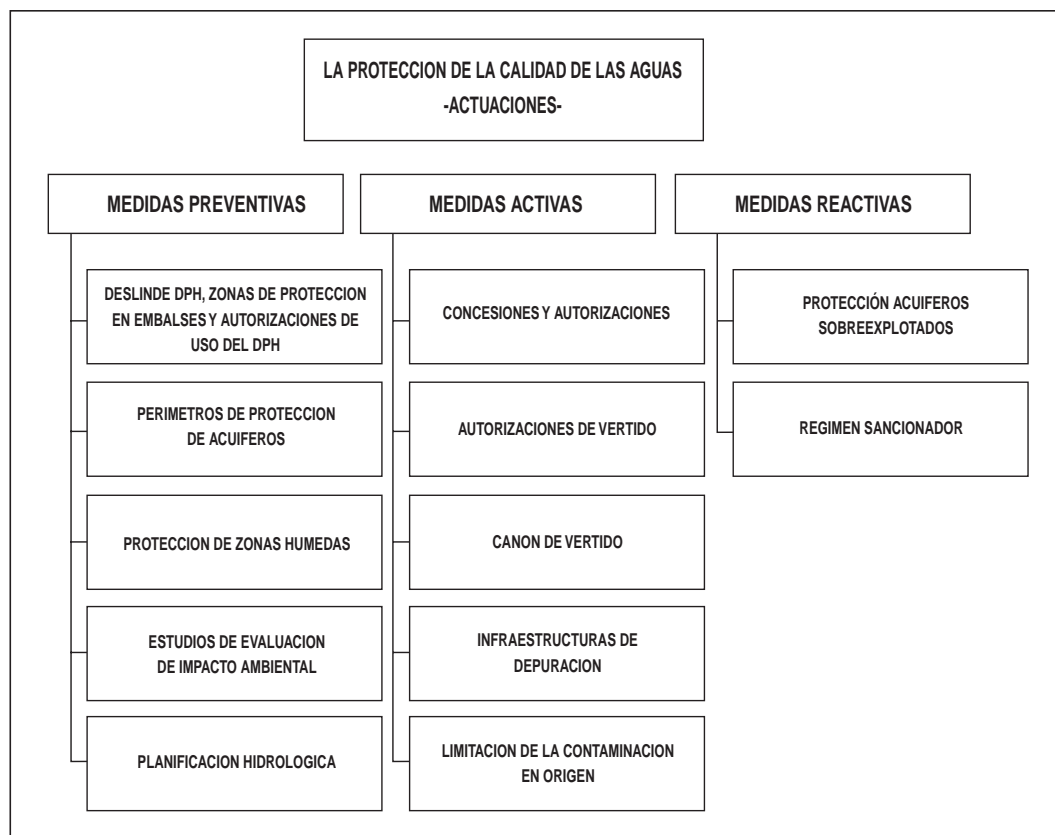


Figura 172.
Actuaciones para la
protección de la
calidad de aguas

cada cuenca hidrográfica. Los órganos administrativos encargados en cada caso de fijar los objetivos de calidad de las aguas resultan diferentes en función de las características territoriales que tenga el tramo de río o del sector de acuífero en cuestión, y del propio uso al que el agua se dedique. Dilucidar el entramado competencial y administrativo en el que se dirimen estos conflictos y establecer en cada supuesto de manera clara el cauce institucional que conducirá a la declaración de un objetivo de calidad para un tramo específico, constituye una de las principales necesidades normativas en la materia.

La gestión de la calidad del agua en nuestro país debe basarse en los principios que emanan de la Unión Europea y que en repetidas ocasiones han sido asumidos por las Administraciones públicas encargadas de su aplicación. El V Programa ambiental de la Unión Europea y los Convenios suscritos por España en materia medio-ambiental señalan la necesidad de afianzar el diseño de lo que se ha llamado *desarrollo sostenible*, concepto al que nos referiremos en posteriores capítulos, y que podría asimilar los principios constitucionales que señalan la senda por la que debe discurrir en nuestro país la gestión de los recursos naturales: el interés general en su utilización, la solidaridad en su reparto y su uso racional. Por ello el Título V de la Ley de Aguas de 1985 está dedicado a la protección del Dominio Público Hidráulico y la calidad de

las aguas y define, en su Artículo 84, los que se convierten desde entonces en objetivos fundamentales: *conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas, impedir la acumulación de compuestos tóxicos o peligrosos en el subsuelo, capaces de contaminar las aguas subterráneas y evitar cualquier otra actuación que pueda ser causa de su degradación*. Finalmente, encomienda a la Administración hidráulica competente *la policía de las aguas superficiales y subterráneas y de sus cauces y depósitos naturales, zonas de servidumbre y perímetros de protección*.

En la figura 172 se muestran esquemáticamente algunas actuaciones de protección de la calidad de las aguas que se derivan del ordenamiento jurídico del Estado español.

Asimismo existen más de 20 Directivas comunitarias, transpuestas al ordenamiento jurídico español, que se muestran en la tabla 43, y que imponen unos requisitos a la calidad que las aguas deben poseer en función de sus usos.

Tampoco deberían olvidarse otros compromisos internacionales que España ha asumido en relación con una serie de Convenios y por los que se obliga a observar y respetar ciertos aspectos relacionados con la gestión y el control de la calidad de las aguas, especialmente cuando se ven afectados ríos transfronterizos: Convenios de Helsinki, de Oslo y París, de Barcelona, etc...

NORMAS DE EMISIÓN		OBJETIVOS DE CALIDAD	
DIRECTIVA	TRANSPOSICIÓN	DIRECTIVA	TRANSPOSICIÓN
76/464 Contaminación por determinadas sustancias peligrosas	Ley de Aguas 29/1985 (Arts. 92 al 100) RDPH (Arts. 245 al 273)	75/440 Aguas destinadas a la producción de agua potable	RAPA (Anexo I) O.M. de 11/5/1988, 15/10/1990 y 30/11/1994 Real Decreto 1541/1994
82/176 y 84/156 Mercurio	O.M. 12/11/1987 O.M. 25/5/1992	79/869 Métodos de medición y frecuencia de muestreos y análisis de aguas destinadas a la producción de agua potable	O.M. del 8/2/88
83/513 Cadmio	O.M. 12/11/1987 O.M. 25/5/1992	80/778 Aguas destinadas al consumo humano	O.M. 1/7/87 Real Decreto 1138/1990 (Reglamentación Técnico-Sanitaria)
84/491 Hexaclorociclohexano	O.M. 12/11/1987, 25/5/1992 y 27/2/1991		Real Decreto 734/1988 RAPA (Anexo II)
86/280 Tetracloruro de carbono y otras sustancias peligrosas	O.M. 12/11/1987 y 25/5/1992	76/160 Calidad de las aguas de baño	O.M. 16/12/1988 RAPA (Anexo III)
88/347 Aldrin y otras sustancias peligrosas	O.M. 13/3/1989	78/659 Aguas continentales aptas para la vida de los peces	RAPA (Anexo IV)
90/415 1, 2-dicloroetano y otras sustancias peligrosas	O.M. 28/6/1991	79/923 Aguas para cría de moluscos	Real Decreto 38/1989
78/176, 82/883 y 83/29 Residuos de la industria de Titanio	O.M. 28/7/89		
80/68 Protección de las aguas subterráneas	Ley de Aguas 29/1985 (Art. 94) RDPH (Arts. 256 al 258) Real Decreto 1315/1992		
91/271 Tratamiento de Aguas Residuales y Urbanas	Real Decreto-Ley 11/1995 Real Decreto 509/1996		
91/676 Protección Aguas Contaminación por Nitratos	Real Decreto 261/96		
91/692 Normalización de informes			
Decisión 92/446 y 95/337			
96/61 Prevención y control integrados de la contaminación			

Tabla 43. Transposición de Directivas comunitarias al derecho de aguas español

3.2.3. El conocimiento de la calidad de las aguas. redes de control

3.2.3.1. Introducción

Tal y como se indicó, la evaluación de la calidad de las aguas es una materia compleja, vinculada a la propia definición que se ofrezca de este concepto. Así, según se adopte una u otra definición, y según sean los objetivos que se persigan con la toma de datos, se requerirá uno u otro tipo de red de medida y/o control.

Los objetivos principales de una red de medida de la calidad de las aguas pueden ser:

- Describir las condiciones actuales de la calidad de las aguas.
- Analizar las tendencias a largo plazo.
- Identificar los factores que afectan a la calidad de las aguas.

A la vista de los objetivos específicos perseguidos en cada caso, la definición de una red de calidad de las aguas no sólo consistirá en la ubicación de los puntos de muestreo, sino en el establecimiento de programas de control de la calidad de las aguas, en los que hay que definir el objetivo principal del muestreo, la población a muestrear, la precisión y el intervalo de confianza de los análisis, el número de muestras a obtener en cada caso y la frecuencia de muestreo. Estos programas permiten así evaluar la efectividad de las políticas ambientales emprendidas, los efectos que sobre la calidad del recurso tienen los cambios en los usos del suelo y en las actividades productivas, caracterizar estadísticamente la contaminación, y evaluar las frecuencias de excedencia de los estándar de calidad en relación a los usos asignados.

La aptitud del agua para satisfacer usos diversos, en general, abastecimiento doméstico, baño, desarrollo de vida piscícola, industrias y regadíos, se suele carac-

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Caudal	Sólidos disueltos	Sílice	Arsénico
Temperatura	Cloruros	Grasas	Cobre
Oxígeno disuelto	Sulfatos	Cianuros	Hierro
Sólidos en suspensión	Calcio	Fenoles	Manganeso
pH	Magnesio	Fluoruros	Plomo
Conductividad	Sodio	Cadmio	Zinc
DQO al permanganato	Potasio	Cromo hexavalente	Antimonio
DBO ₅	Fosfatos	Mercurio	Níquel
Coliformes totales	Nitratos		Selenio
	Nitritos		
	Amoniaco		
	Carbonatos		
	Bicarbonatos		
	Detergentes		

Tabla 44. Grupos de parámetros controlados por la red COCA

terizar en función de la superación o no, en un período temporal, de unos determinados valores para los distintos parámetros de calidad muestreados. Esta es la razón por la cual las estaciones que periódicamente suministran esta información se localizan en tramos de río en los que las aguas se utilizan para satisfacer los distintos usos. En España, ejemplos de este tipo de redes son las denominadas COAS (Control Oficial de Abastecimientos), que controlan los abastecimientos urbanos y permiten realizar los análisis de prepotabilidad, y la Red Ictiofauna, que tiene por objeto conocer la aptitud del agua para albergar la vida de los peces, y que controla 140 tramos de río.

También ha sido muy utilizada en España la metodología de los Índices de Calidad General (ICG) de las aguas, la cual pretende definir, mediante una escala numérica simple, de 0 a 100, estimada a partir de 23 parámetros analíticos, el nivel de calidad general del tramo fluvial en cuestión. En este caso los puntos de muestreo se deben elegir de forma que sean estadísticamente representativos de la calidad de la red fluvial de un territorio y por tanto deben contemplar tanto tramos muy contaminados como otros de calidad excelente. En España, la red de calidad de las aguas que ha cumplido con este objetivo ha sido la red COCA (Control Oficial de la Calidad del Agua), que ha muestreado periódicamente aquellos parámetros que han servido para confeccionar las estadísticas del ICG.

Actualmente estas redes se han englobado, con algunas mejoras, en la red ICA, que cubriendo las cuencas intercomunitarias, ofrece información sobre diversos aspectos relacionados con la calidad de las aguas.

Asimismo, existen diversas redes que gestionadas por el ITGE y las Confederaciones Hidrográficas, ofrecen información sobre la evolución de las aguas subterráneas.

En los epígrafes siguientes se muestra con algún detalle la situación actual y las características básicas de las redes de control de calidad de las aguas.

3.2.3.2. Situación de las redes de control

En España se viene controlando la calidad de las aguas superficiales de una manera sistemática desde el año 1962, en que se creó por el Ministerio de Obras Públicas la ya mencionada red COCA, y se encomendó su desarrollo a las Comisaría de Aguas. Inicialmente estaba constituida por 50 estaciones en las que se controlaban 18 parámetros relacionados con la calidad del agua. Esta red ha ido experimentando sucesivas ampliaciones de forma que en el año 1972 disponía de 221 puntos, mientras que en la actualidad ha alcanzado las 408 estaciones pertenecientes a las 9 cuencas intercomunitarias y 45 pertenecientes a las intracomunitarias peninsulares.

En general, las estaciones de la Red COCA no tienen asociada una infraestructura específica, puesto que se trata de puntos en los que se toman muestras con una periodicidad determinada. Habitualmente, estas estaciones se localizan en tramos de los ríos de fácil accesibilidad y en los que puedan tomarse muestras representativas de la calidad media del río en el tramo. Se eligen habitualmente aquellos tramos en los que es frecuente la presencia de concentraciones importantes de contaminación, y así existen estaciones aguas abajo de los núcleos de población más importantes.

En la actualidad, las estaciones de esta red controlan un total de 40 parámetros, entre los que se cuentan la temperatura, el oxígeno disuelto, la DBO₅, etc (tabla 44).

Las estaciones están clasificadas en tres grandes categorías, diferenciándose esencialmente por la frecuencia con que se miden o analizan los cuatro grupos de

Tipo de estación	Grupos de parámetros			
	A	B	C	D
Normal	Mensual	Semestral	Anual	Anual
Preferente	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Especial	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual

Tabla 45. Frecuencia de muestreo de la red COCA

parámetros, oscilando entre una determinación mensual, trimestral, semestral, o anual, tal y como muestra la tabla adjunta (tabla 45).

La Red COCA dispone de series de datos de más de 30 años en algunas estaciones. No cabe duda, por lo tanto, de que es una fuente fundamental de información para estudiar la evolución temporal la calidad. Además, como cualquier otra red de control de calidad, sus datos aportan información sobre la capacidad contaminante de los vertidos situados aguas arriba.

En el año 1993 se diseñó la red Integrada de la Calidad de las Aguas (ICA) con la pretensión de controlar los tramos de río con la frecuencia y la intensidad que requieren los usos existentes en ellos. Esta red integró a las ya existentes (COCA, COAS e Ictiofauna), por simples y evidentes criterios de continuidad estadística, e incrementó su número en algunos tramos concretos. La figura 173 muestra las estaciones convencionales de muestreo sistemático y periódico de esta Red.

Por otra parte, la actual red ICA no sólo incluye estaciones convencionales de muestreo sistemático y periódico, sino que engloba también a las Estaciones Automáticas de Alerta (EAA) que, ejecutadas bajo el proyecto SAICA (Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas), producen información continua de algunos parámetros de calidad, y la transmiten en tiempo real a una serie de centros de control y de decisión. El mapa de la figura 174 ofrece la ubicación de las estaciones automáticas de alerta.

Las EAA se han instalado en aquellos puntos en los que la existencia de usos especialmente críticos determina la necesidad de adoptar acciones inmediatas de prevención, y en aquellos otros en los que conviene detectar puntas de contaminación para actuar en consecuencia y con la rapidez requerida. El equipamiento de una EAA se muestra en la figura 175, e incluye, como puede verse, tanto equipos propiamente analíticos, como de transmisión de datos.

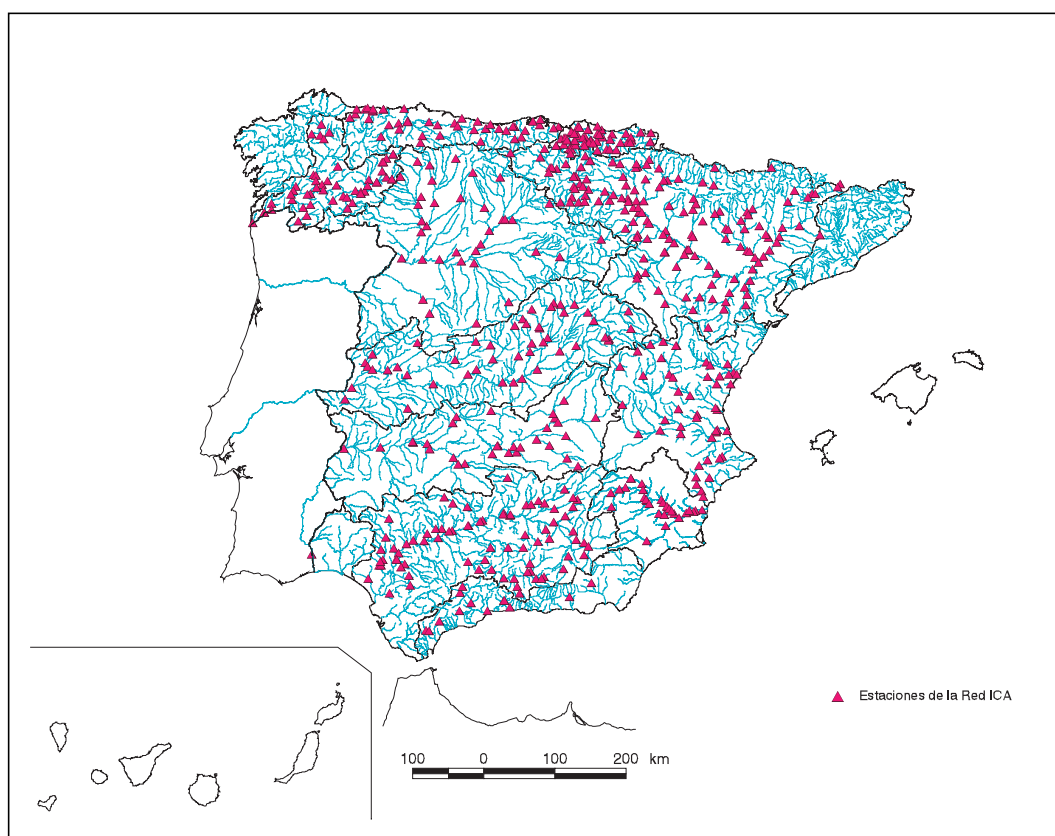


Figura 173. Mapa de Estaciones de muestreo periódico de la red ICA en funcionamiento

En estos momentos se está procediendo a una revisión del sistema en aras de una mayor descentralización en todo lo relacionado con la gestión de los datos, así como a una redefinición de los parámetros que deben medirse y transmitirse desde cada una de las EAA.

También cabe mencionar la puesta en marcha, a partir de octubre de 1978, de una Red Nacional de Control de la Radiactividad Ambiental en aguas superficiales, que suministra información sobre diversos parámetros radiológicos y su posible presencia en las aguas continentales españolas. Los resultados de estas muestras son enviados a la DGOHCA y al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, Ente de derecho público creado por Ley 15/1980 de 22 de Abril, como único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica) para su supervisión y para la adopción, en su caso, de las medidas oportunas.

Además, los titulares de instalaciones nucleares llevan a cabo, conforme a las instrucciones del CSN, unos Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) en los entornos de todas sus instalaciones.

En lo que se refiere a las aguas subterráneas, el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) ha realizado una implantación gradual de una Red de Observación de Calidad de Aguas Subterráneas (ROCAS) para estudiar la evolución de sus diferentes parámetros físico-químicos. Esta red, que se instauró en la década de los 70, se ha venido ampliando y modificando hasta la

actualidad, en la que se controla un total de 1.650 puntos cuya densidad por cuencas se muestra en la tabla. En estos puntos se analiza con periodicidad semestral los macroconstituyentes químicos.

Como complemento a esta red existe otra red específica de observación de intrusión (ROI), creada para estudiar la evolución de la intrusión marina en los acuíferos costeros. Es una red de control de carácter permanente, donde se realizan muestreos con periodicidad bimestral o semestral, según las peculiaridades de las diferentes zonas, y se analizan los cloruros y conductividad.

Existen también otras actividades puntuales de toma de datos, estadística e investigación de la calidad de las aguas subterráneas u otros aspectos que se llevan a cabo por la DGOHCA en el marco de convenios suscritos con el CEDEX, si bien estas actividades no tienen el carácter de una red de medida continua y sistemática. Así, por ejemplo, se han desarrollado interesantes trabajos de hidrología isotópica a partir de datos propios y de redes internacionales específicas (Plata Bedmar, 1994).

La tabla 46 resume la situación por cuencas de las diferentes redes indicadas.

3.2.3.3. Comparación con otros países

Como muestra la tabla 47, en la Unión Europea existen más de 20 programas para evaluar la calidad general de las aguas superficiales. La densidad de las redes

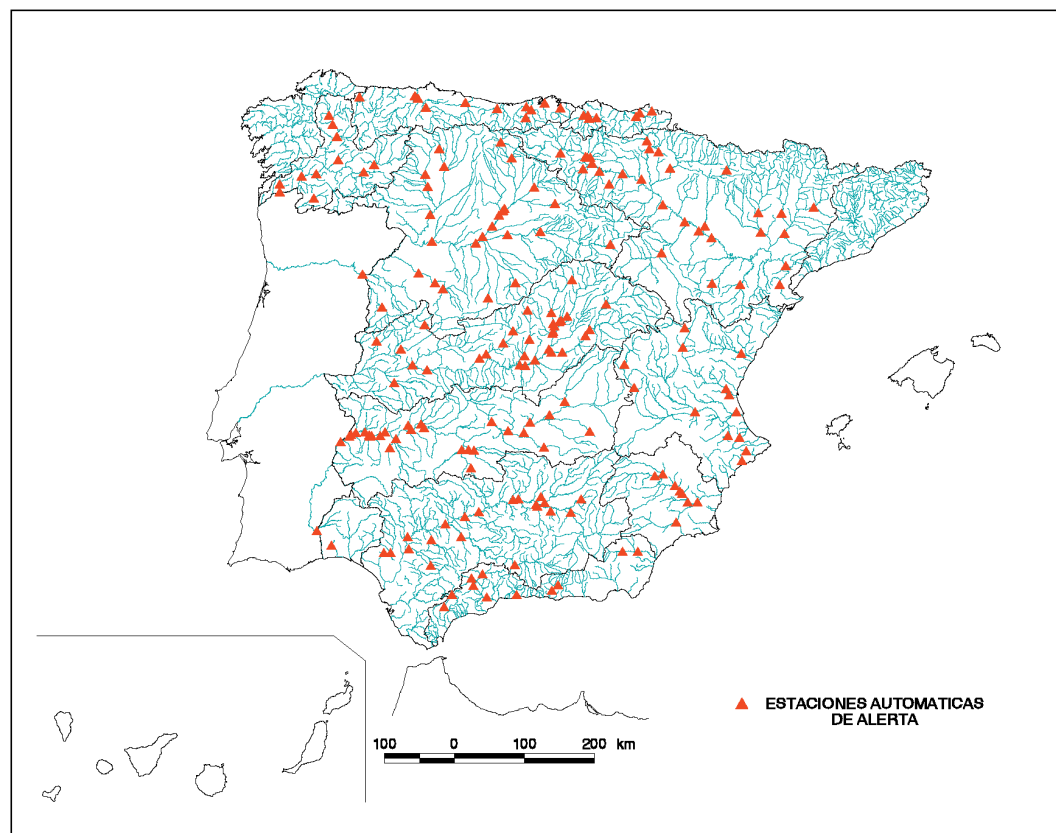


Figura 174. Mapa de Estaciones Automáticas de Alerta de la red ICA

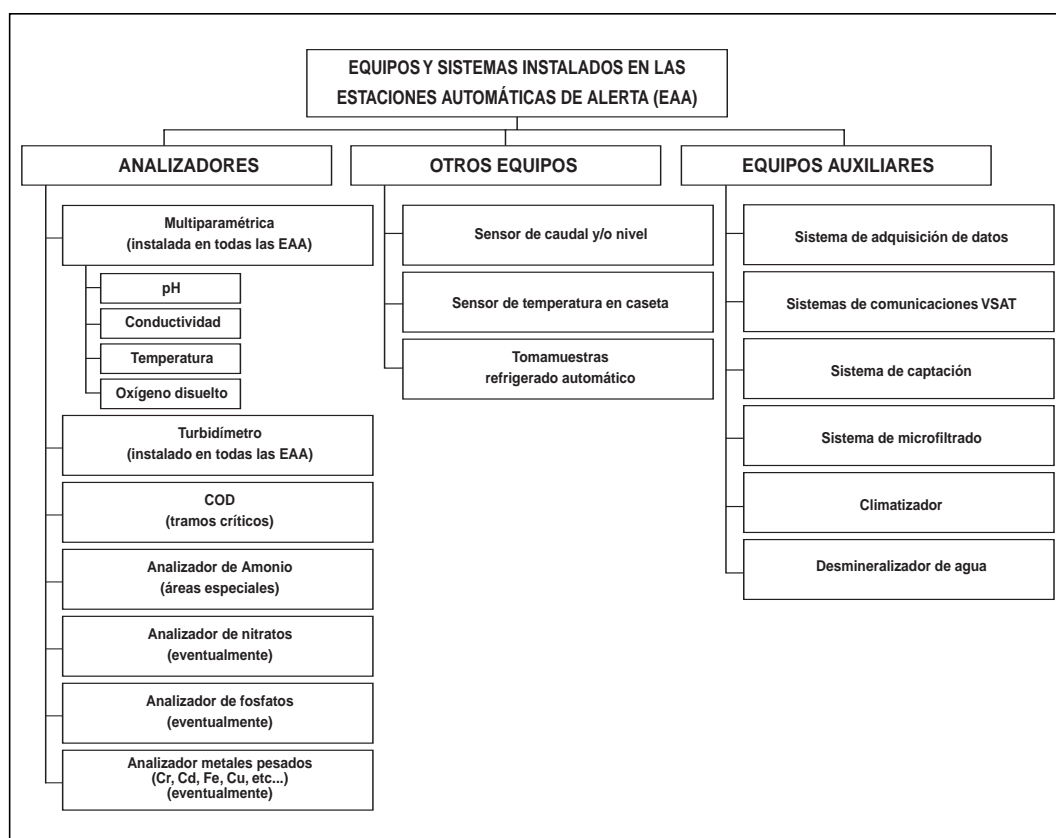


Figura 175. Equipos y sistemas instalados en las Estaciones Automáticas de Alerta

incluidas en estos programas varía desde una estación por cada 10.000 km² hasta una por cada 100 km² (en España el valor medio es aproximadamente una estación por cada 1.000 km²). Normalmente, la densidad es de una o dos estaciones por cada 2.000 km². La frecuencia en la toma de muestras también varía enormemente, y fluctúa entre 4 y 26 muestras anuales por punto de medida. Todavía mayores resultan las diferencias respecto al número de parámetros medidos en cada estación, que varía entre 4 y 120. Los parámetros muestreados con más frecuencia son el pH, la conductividad, la temperatura del agua, el oxígeno disuelto y la DBO₅.

La Agencia Europea de Medio Ambiente publicó en noviembre de 1995 (EEA, 1996d) unas primeras recomendaciones sobre las redes de calidad que como mínimo deberían existir en cada Estado Miembro, de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Una *red básica* cuyo principal cometido consistiría en caracterizar estadísticamente el territorio la calidad de las aguas y que se dotaría con una densidad de estación por cada 2.000 km². Al menos un 20% d las estaciones deberían estar situadas en tramos reflejaran las actividades humanas más representativas de la zona, y otro 20% en áreas de actividad humana poco intensa.

Cuenca	Superficie (km ²)	Núm. De estacs. de la red ROCA	Densidad de estacs. de la red COCA 1/km ²	Núm. de estacs. de la red ROCAS	Núm. estaciones de la red ROI
Norte	40.650	106	1/383	133	-
Duero	78.960	37	1/2.134	92	-
Tajo	55.810	55	1/1.015	130	-
Guadiana	60.210	54	1/1.115	119	10
Guadalquivir	63.240	35	1/1.807	168	39
Sur	17.950	16	1/1.122	282	319
Segura	19.120	14	1/1.366	182	-
Júcar	42.900	25	1/1.716	106	337
Ebro	85.560	66	1/1.296	138	-
C.I. Cataluña	16.490	44	1/375	300	93
Galicia Costa	13.130	4	1/3.283	-	-
Total península	494.020	456	1/1.083	1.650	798

Tabla 46. Puntos de control en las distintas cuencas de las principales redes de control de la calidad de las aguas

País	Nº Estacs	Frec. Muestra	Nº de Paráms.	Área km ²	km ² /ud	Long. ríos km.	Long. por superficie	km/ud
Austria	244 48	6 12	59	83.856	343,7 1.747	47.000	0,56	192,6 979,2
Bélgica	957 90	8 5	19 108	30.500	31,9 338,9	22.600	0,74	23,6
Alemania	146	26	19	357.000	2.445,2	179.000	0,50	1.226
Dinamarca	261 58 15	20 4 26	12 8 11	430.000	1.647,5 7.413,8 28.666,7	28.000	0,65	107,3 482,8 1.866,7
España	456	9	42	505.950	1.109,5	172.000 (1)	0,34	377,2
Finlandia	68 15 30 12	4 15-70 12 6-12	41 18-26 41 21-41	338.145	4.972,7 22.543 11.271,5 28.178,8	159.000	9,47	2.338,2 10.600 5.300 13.250
Francia	1.082	12	40	543.964	502,7	563.000	1,03	520,3
Grecia	6	12	26	131.944	21.990,7			
Irlanda	1.500	12	18	70.000	46,7	33.700	0,48	22,5
Luxemburgo	217	1-13	20-25	2.590	12	1.330	0,51	6,1
Holanda	26	13-52	120	42.000	1.615	20.100	0,48	773,1
Noruega	10 20 25	12 12 12-24	14 12 5-22	324.000	32.400 16.200 12.960	210.000		21.000
Portugal	109	12	24	88.700	813,8	172.000	1,87	1.578,0
Suecia	300 35 15 49	1/5 1 12 12	25 23 25 31	450.000	1.500 12.857,1 30.000 9.183,7	315.000	0,70	1.050 9.000 21.000 6.428,6
Reino Unido	230	6-52	80	240.000	1.043,5	171.000	0,70	743,5

Tabla 47. Redes de control de la calidad de aguas superficiales en diferentes países europeos

(1) No incluye Baleares ni Canarias

- Una *red de impacto* cuyo objetivo sería evaluar la contaminación de las aguas con carácter general, y que contaría con una densidad de una estación por cada 10.000 km², en zonas con poblaciones menores de 50 hab/km², de una estación por cada 3.000 km² en zonas con poblaciones comprendidas entre 50 y 100 hab/km² y de una estación por cada 1.000 km², en zonas con poblaciones mayores de 100 hab/km².
- Una *red de relación causa-efecto*, empleada para detectar los mayores impactos producidos por la contaminación y comparar el resultado de la calidad resultante con la calidad original de las aguas.

En la tabla 48 se muestra el número de estaciones que se obtendrían, con los criterios antes mencionados, para los diferentes países de la UE. Se constata que España cumple con los requisitos mínimos referentes al número total de estaciones, pero no se ajusta a los criterios de densidad y de ubicación recomendados.

En cuanto a la red de Control de la Calidad de las Aguas Subterráneas, la situación europea es más dispar y heterogénea, existiendo países como Austria, Alemania, Holanda y España con densidades relativamente altas y otros, como Islandia, que no disponen de red de calidad, pasando por países como Noruega, con sólo 21 puntos de control, o Grecia con 275 puntos de medida.

3.2.3.4. Propuestas de Gestión, Coordinación y Modernización

La información sobre la calidad de las aguas resulta en la actualidad difícil de gestionar, no solo como consecuencia de su volumen, sino de la heterogeneidad de las fuentes y de la diversidad de formatos en los que es almacenada. Existe una carencia importante de programas consolidados de gestión de la calidad que, basándose en sus correspondientes sistemas gestores de bases de datos, permitan extraer conclusiones sobre el estado de calidad de los ríos y de los acuíferos, detectar la evolución de los principales contaminantes y evaluar las repercusiones que sobre el medio hídrico

País	Red Básica (1 por 2.000 km ²)	Red de Impacto (De 1/1.000 km ² a 1/10.000 km ²)	Red Causa-Efecto		Total
			De Referencia	De Contaminac.	
Austria	42	38	4	16	100
Bélgica	15	31	2	10	58
Dinamarca	22	17	2	8	49
Finlandia	169	41	8	34	252
Francia	272	230	20	80	602
Alemania	179	357	20	80	636
Grecia	66	34	4	16	120
Irlanda	35	23	3	9	70
Italia	151	283	15	80	529
Luxemburgo	1	3	-	1	5
Holanda	21	40	3	9	73
Noruega	162	33	10	30	235
Portugal	46	47	4	14	111
España	253	161	15	80	509
Suecia	225	59	5	20	309
Reino Unido	122	191	15	75	403
UE	1.781	1.588	130	562	4.061

Tabla 48. Recomendaciones de la Agencia Europea de Medio Ambiente en relación con las redes de control de calidad de las aguas superficiales.

podrían tener las diferentes alternativas de gestión planteadas. Este es uno de los retos que tiene planteados en la actualidad el MIMAM.

Las redes de la calidad de las aguas existentes y la gestión de la información que en ellas se realiza no son adecuadas para obtener la información mínima necesaria y cumplir con la legislación más reciente sobre calidad de las aguas. Urge, por tanto, iniciar todos los trabajos necesarios para mejorar la red de calidad existente en lo que se refiere a definición de emplazamientos, densidad de las estaciones, y parámetros y frecuencias que deben muestrearse.

Aunque en los últimos años se han mejorado las redes de control de calidad de las aguas superficiales aumentando el número de estaciones de la red COCA, añadiendo estaciones para el control de las aguas destinadas a la producción de agua potable (red COAS), incluyendo estaciones en zonas aptas para la vida piscícola (red Ictiofauna) e integrando todas las estaciones bajo la red ICA, resulta imprescindible incrementar la atención y esfuerzo que se le dedica a esta red por las siguientes razones:

- La red existente cubre en su totalidad sólo algunos tramos de río o embalses en los que existen usos declarados, pero no cubre la práctica totalidad de aquéllos en los que no hay usos específicos y de los que, en muchos casos, conviene tener información.
- Las frecuencias de muestreo resultan insuficientes en algunos casos y consiguientemente, no aportan datos adecuados para llevar a cabo un control estadístico adecuado.

- El número de parámetros muestreados es insuficiente en algunos puntos a tenor de las nuevas exigencias que marcan la legislación y los convenios internacionales.

Asimismo, la disposición actual de la red de Control de la Calidad de las Aguas Subterráneas no responde a las exigencias de gestión demandadas por la incorporación de este recurso al dominio público hidráulico, ni a la complejidad hidrogeológica que supone el seguimiento y control de la evolución físico-química del agua subterránea. Con carácter general, se están utilizando como puntos de muestreo pozos construidos para otros fines, abastecimiento urbano o regadío. Por otra parte, aunque la red se extiende a las principales unidades hidrogeológicas, quedan acuíferos sin control debido a motivos diversos, como son la inexistencia de pozos o sondeos de observación, o la falta, en ocasiones, de medios para llevar a cabo el muestreo.

Otro aspecto destacable es que estas redes, por sus características y por el tipo de analítica que se lleva a cabo, generalmente no detectan fenómenos específicos de contaminación, como es el caso de los microcontaminantes orgánicos (hidrocarburos, plaguicidas) o de ciertos metales pesados.

La frecuencia de muestreo es también un aspecto muy importante. El número de muestreos es, en general, reducido, sobre todo en las zonas costeras donde existen problemas de intrusión de agua de mar, cuya observación requiere más precisión y mayor frecuencia de medidas. Intentando superar las anteriores deficiencias, el MIMAM ha redactado diez proyectos dirigidos a rediseñar y establecer esta red en las cuencas intercomunitarias y Baleares. La propuesta resultante

Parámetro	Unidad	Tipo A1	Tipo A2	Tipo A3
PH	-----	(6,5-8,5)	(5,5-9)	5,5-9)
Color	mg/Escala Pt	20 (10) (o)	100 (50) (o)	200 (50) (o)
Sólidos en suspensión	mg/l	(25)	---	---
Temperatura	°C	25 (22) (o)	25 (22) (o)	25 (22) (o)
Conductividad a 20° C	MS/cm	(1.000)	(1.000)	(1.000)
Olor	factor de dilución	(3)	(10)	(20)
Nitratos	mg/l NO ₃	50 (25) (o)	50 (o)	50 (o)
Fluoruros	mg/l F	1,5 (0,7/1)	(0,7/1,7)	(0,7/1,7)
Hierro disuelto	mg/l Fe	0,3 (0,1)	2 (1)	(1)
Manganeso	mg/l Mn	(0,05)	(0,1)	(1)
Cobre	mg/l Cu	0,05 (0,02) (o)	(0,05)	(1)
Zinc	mg/l Zn	3 (0,5)	5 (1)	5 (1)
Boro	mg/l B	(1)	(1)	(1)
Arsénico	mg/l As	0,05 (0,01)	0,05	0,1 (0,05)
Cadmio	mg/l Cd	0,005 (0,001)	0,005 (0,001)	0,005 (0,001)
Cromo total	mg/l Cr	0,05	0,05	0,05
Plomo	mg/l Pb	0,05	0,05	0,05
Selenio	mg/l Se	0,01	0,01	0,01
Mercurio	mg/l Hg	0,001 (0,0005)	0,001 (0,0005)	0,001 (0,0005)
Bario	mg/l Ba	0,01	1	1
Cianuro	mg/l CN	0,05	0,05	0,05
Sulfatos	mg/l SO ₄	250 (150)	250 (150) (o)	250 (150) (o)
Cloruros	mg/l Cl	(200)	(200)	(200)
Detergentes	mg/l (laurilsulfato)	(0,2)	(0,2)	(0,5)
Fosfatos	mg/l P ₂ O ₅	(0,4)	(0,7)	(0,7)
Fenoles	C ₆ H ₅ OH	0,001	0,005 (0,001)	0,1 (0,01)
Hidrocarburos disueltos o emulsionados (tras extracción en éter de petróleo)	mg/l	0,05	0,2	1
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/l	0,0002	0,0002	0,001
Plaquicidas totales	mg/l	0,001	0,0025	0,005
DQO	mg/l O ₂	---	---	(30)
Oxígeno disuelto	% satur.	(70)	(50)	(30)
DBO ₅	mg/l O ₂	(3)	(5)	(7)
Nitrógenos Kjeldahl	mg/l N	(1)	(2)	(3)
Amoniaco	mg/l NH ₄	(0,5)	1,5 (1)	4 (2) (o)
Sustancias extraíbles con cloroformo	mg/l SEC	(0,1)	(0,2)	(0,5)
Coliformes totales 37°C	/100 ml	(50)	(5.000)	(50.000)
Coliformes fecales	/100 ml	(20)	(2.000)	(20.000)
Estreptococos fecales	/100 ml	(20)	(1.000)	(10.000)
Salmonellas	----	Ausente en 5.000 ml	Ausente en 1.000 ml	----

Tabla 49. Características de calidad de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Directiva 75/440)

Entre paréntesis figuran los valores guía de la Directiva
(o) Circunstancias climáticas o geográficas excepcionales

(construyendo nuevos piezómetros y habilitando existentes) consta de 1.151 puntos de observación, lo que supondría disponer de una red con densidad media en la zona controlada de 130 km² de superficie permeable por punto de observación.

3.2.4. La Contaminación de los ríos

La contaminación se define en el artículo 85 de la Ley de Aguas (LA) como *la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una*

alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

En cada caso concreto los procesos contaminantes se desencadenan por el vertido de determinadas sustancias al medio hídrico y por su influencia negativa sobre la aptitud del agua para satisfacer determinados usos u objetivos de calidad. Es decir, la conjunción de un vertido y de un uso o una función ecológica no satisfecha producen la contaminación tal y como se define en la Ley de Aguas. Por tanto, la contaminación fluvial habrá que estudiarla en relación con el cumplimiento de la normativa existente sobre calidad de las aguas,

que en gran parte procede de actos legislativos emanados desde la Unión Europea y que han sido transpuestos al ordenamiento jurídico del Estado español.

Asimismo, es importante señalar la estrecha relación que existe, en muchos ríos de nuestro país, entre la cantidad de agua y su calidad. Lo estricto de los caudales circulantes en muchos cauces, sometidos a intensa presión de usos, hace que se planteen problemas de calidad y se recurra a la dilución con aguas escasas, ocasionando frecuentes conflictos de intereses entre usuarios.

Por otra parte, el incremento de la contaminación de tipo difuso, asociada a episodios de lluvias y caudales altos, que provoca el arrastre de la contaminación depositada en el suelo, pone de relieve la importancia que posee la planificación de los usos del suelo y el estudio de medidas contra tales efectos esporádicos. A este respecto ha de indicarse que la contaminación de cauces por las aguas de tormenta aliviadas a los sistemas unitarios de saneamiento, así como las escorrentías procedentes de las vías de comunicación, pueden aportar una carga contaminante igual o superior a la de los vertidos urbanos en periodos secos, y concentrada, además, en un espacio de tiempo muy reducido.

3.2.4.1. Situación de la calidad. criterios de aptitud e indicadores

La calidad natural o intrínseca de las aguas fluviales es la que tendrían en un medio natural sin intervención humana. En España esta calidad natural las capacitaría, en general, para ser utilizadas en el regadío y en el abastecimiento a poblaciones, aunque en algunos casos la salinidad natural no tóxica podría provocar algunos problemas de calidad que no comprometerían la salud de los ciudadanos. Sin embargo, la influencia negativa de determinadas acciones antrópicas ha provocado que el estado natural de las aguas se haya deteriorado gravemente.

Desde el punto de vista de su aptitud para distintos usos y de algunos indicadores globales representativos, la situación de la calidad de las aguas es la descrita en los siguientes epígrafes.

3.2.4.1.1. Criterios de aptitud para el consumo humano

Los criterios de aptitud para el consumo humano se definen en las Directivas 75/440, 79/869 y 98/83. En relación con esta normativa casi todos los Organismos de cuenca han identificado y situado las captaciones de las que se abastecen las poblaciones de más de 1.000 habitantes y han clasificado el tratamiento de potabilización existente. Esta información se incluyó

como una de las variables para el diseño de la red ICA, y para situar las EAA que controlan los abastecimientos más importantes.

La Directiva 75/440, relativa a la calidad de las aguas destinadas a la producción de agua potable (y la complementaria sobre la frecuencia de los muestreos y los análisis a realizar, Directiva 79/869), trata sobre la calidad que deben tener las aguas superficiales continentales para que puedan utilizarse en la producción de agua potable tras recibir el tratamiento apropiado. La transposición se ha realizado por la Orden Ministerial de 11 de Mayo de 1988, por el Reglamento de la Administración Pública Hidráulica (Anejo I), por la Orden Ministerial de 15 de Octubre de 1990, por la Orden Ministerial de 30 de Noviembre de 1994, y por el Real Decreto 1541/1994.

La tabla 49 muestra las características de calidad de las aguas conforme a esta Directiva 75/440, donde se establecen tres grupos, A1, A2 y A3, ordenadas de menor a mayor exigencia en la necesidad de tratamiento de potabilización. También se diferencia entre los valores guía, que aparecen entre paréntesis y que corresponden a los límites que deben intentar cumplir los Estados miembros y los valores imperativos, que son aquellos de obligado cumplimiento.

Los requerimientos de calidad deben cumplirse en los puntos de toma para el abastecimiento urbano. Las Confederaciones Hidrográficas deberán fijar para cada tramo inmediatamente superior a una toma, las características de calidad, actuando sobre las autorizaciones de vertidos que puedan impedir su adecuación. Estas actuaciones deben incluirse y programarse en los Planes de cuenca.

Sólo excepcionalmente se podrá emplear agua de calidad inferior a la A3 para la producción de agua potable, siempre que se realice un tratamiento adecuado que la convierta en potable con todas las garantías. Únicamente en los casos de inundaciones, catástrofes naturales o situaciones meteorológicas o geográficas excepcionales se podrán superar los parámetros señalados con una (o) en la Tabla de la Directiva 75/440. En tales casos la DGOHCA y la Comisión de la Unión Europea deberán ser informadas al respecto. Serán también las propias Confederaciones Hidrográficas las encargadas de realizar las tomas de muestras necesarias para comprobar la calidad de las aguas prepotables.

El Ministerio de Sanidad y Consumo ha establecido un sistema de información que permite la coordinación relativa al abastecimiento y control de la calidad entre la Administración Sanitaria del Estado y las Comunidades Autónomas. Se impone también la obligatoriedad de suministrar un mínimo de 100 litros por habitante y día de agua potable en condiciones normales.

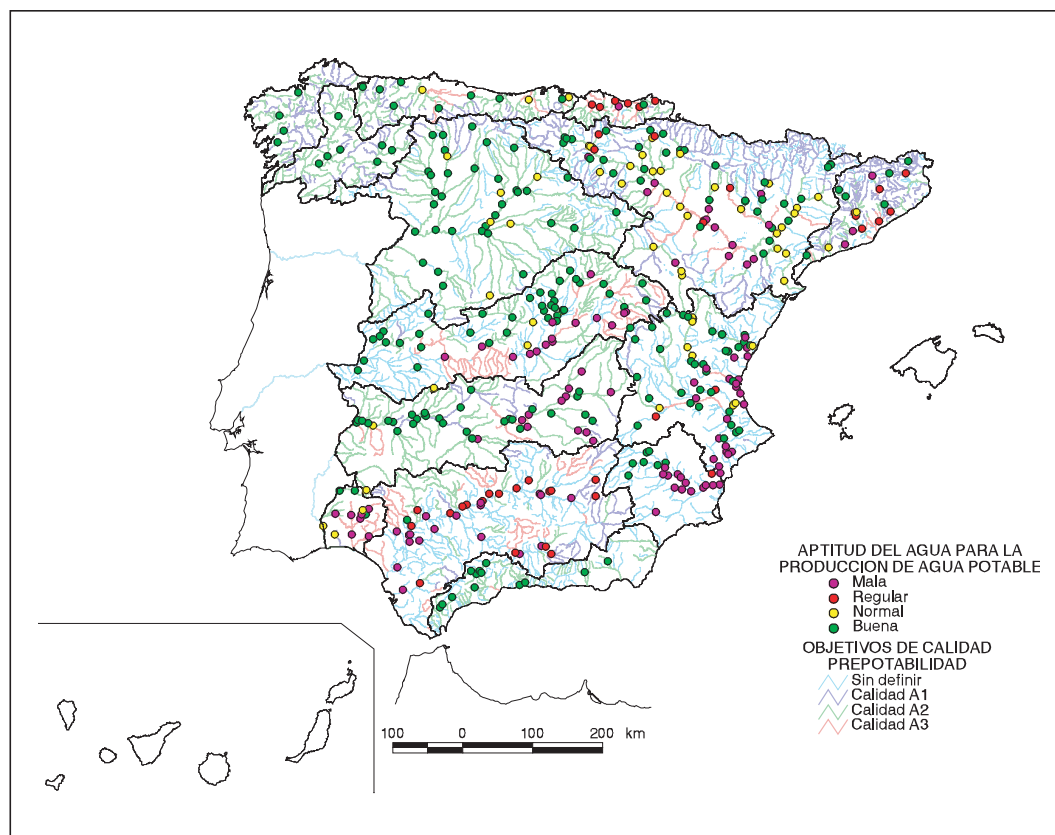


Figura 176. Mapa de aptitud del agua para la producción de agua potable según los valores imperativos de la Directiva 75/440

En las figuras 176 y 177 se muestra la aptitud de agua, durante los últimos 15 años, para atender el consumo humano según se utilicen los valores imperativos o guías de la Directiva 75/440/CCE. En estos mapas se han representado también los objetivos de calidad relativos al uso prepotable en los distintos tramos de río, lo que orienta sobre el grado de cumplimiento de los mismos.

La aptitud del agua para la producción de agua potable se ha considerado buena en aquellos puntos de la red en los que en un porcentaje elevado de los años la calidad del agua ha sido la A1, normal cuando ha sido A2, regular cuando ha sido A3 y mala cuando la calidad ha sido inferior a A3.

Hay que indicar que esta Directiva parece estar dirigida a tomas fluviales, y no siempre se adapta bien a las condiciones de toma en nuestros embalses. En algunos casos se ha observado que podían obtenerse las 4 calidades descritas según la profundidad a que se tome la muestra.

Hay que advertir que estas figuras ofrecen únicamente una visión general sobre la aptitud del agua en los cursos fluviales del país para ser utilizada, previa potabilización, en el abastecimiento urbano. El análisis se ha realizado en los puntos de muestreo de la Red COCA, que en muchos casos no coinciden con puntos de toma de agua para abastecimiento. Debe tenerse en cuenta, por tanto, que un porcentaje importante de los

puntos representados en las figuras como no aptos para producir agua potable no están siendo utilizados para tal fin, y que la asociación de ambos conceptos podría inducir a errores de apreciación.

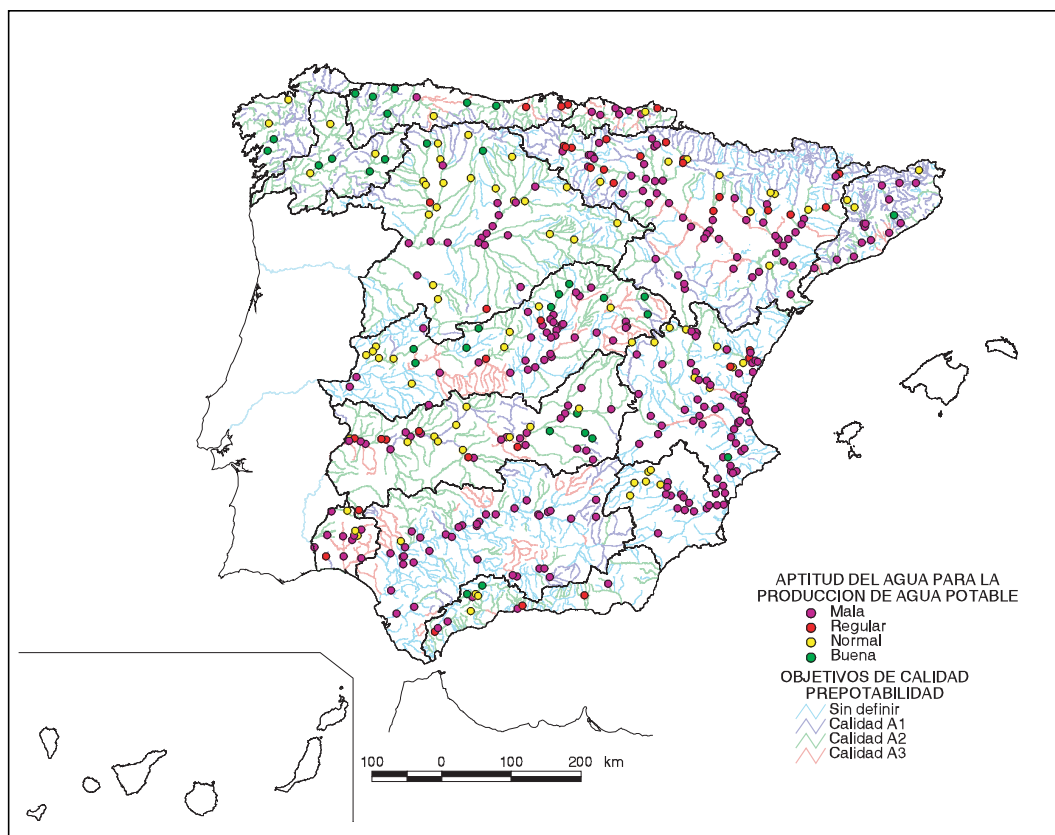
En todo caso, y aún con el sesgo indicado, los resultados ofrecidos proporcionan una cierta imagen global de la situación, y una valiosa información sobre la aptitud potencial de los ríos españoles para ser utilizados con ese fin.

3.2.4.1.2. Criterios de aptitud para regadío

Existen diversas clasificaciones que orientan sobre la calidad que debería poseer el agua para ser utilizada en el riego. Los criterios más comúnmente utilizados para analizar la aptitud del agua para el regadío los recoge la FAO y se refieren en primer término a los riesgos de salinización y de reducción de la capacidad de infiltración en función de la conductividad y de ésta y de la Relación de Absorción de Sodio (RAS), respectivamente. Tales variables se pueden obtener de los datos ofrecidos por la red COCA.

Además, los criterios de FAO incluyen información sobre otros problemas potenciales, derivados de la toxicidad de determinados iones específicos y oligoelementos, el exceso de nitrógeno y bicarbonato y la magnitud del pH. Las directrices propuestas sólo son aplicables en determinados supuestos referentes al

Figura 177. Mapa de aptitud del agua para la producción de agua potable según los valores guías de la Directiva 75/440



PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
		NINGUNO	LIGERO O MODERADO	SEVERO
Salinidad (afecta disponibilidad de agua para el cultivo)				
ECa	dS/m	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
TSS	mg/l	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltración (reduce infiltración evaluar usando a la vez la ECa y el RAS)				
RAS = 0 - 3 y ECa =		> 0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
= 3 - 6	=	> 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
= 6 - 12	=	> 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
= 12 - 20	=	> 2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
= 20 - 40	=	> 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
Toxicidad de Iones Específicos (afecta cultivos sensibles)				
Sodio (Na)				
Riego por superficie	RAS	< 3	3 - 9	> 9
Riego por aspersión	me/l	< 3	> 3	
Cloruros (Cl)				
Riego por superficie	me/l	< 4	4.0 - 10	> 10
Riego por aspersión	me/l	< 3	> 3	
Boro (B)	mg/l	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
Oligoelementos				
Varios (afecta cultivos sensibles)				
Nitrógeno (NO ₃ -N)	mg/l	< 5	5.0 - 30	> 30
Bicarbonato (HCO ₃)	me/l	< 1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
(aspersión foliar únicamente)				
pH		Amplitud Normal: 6.5 – 8.4		

Tabla 50. Clasificación de la calidad de las aguas para riego según FAO

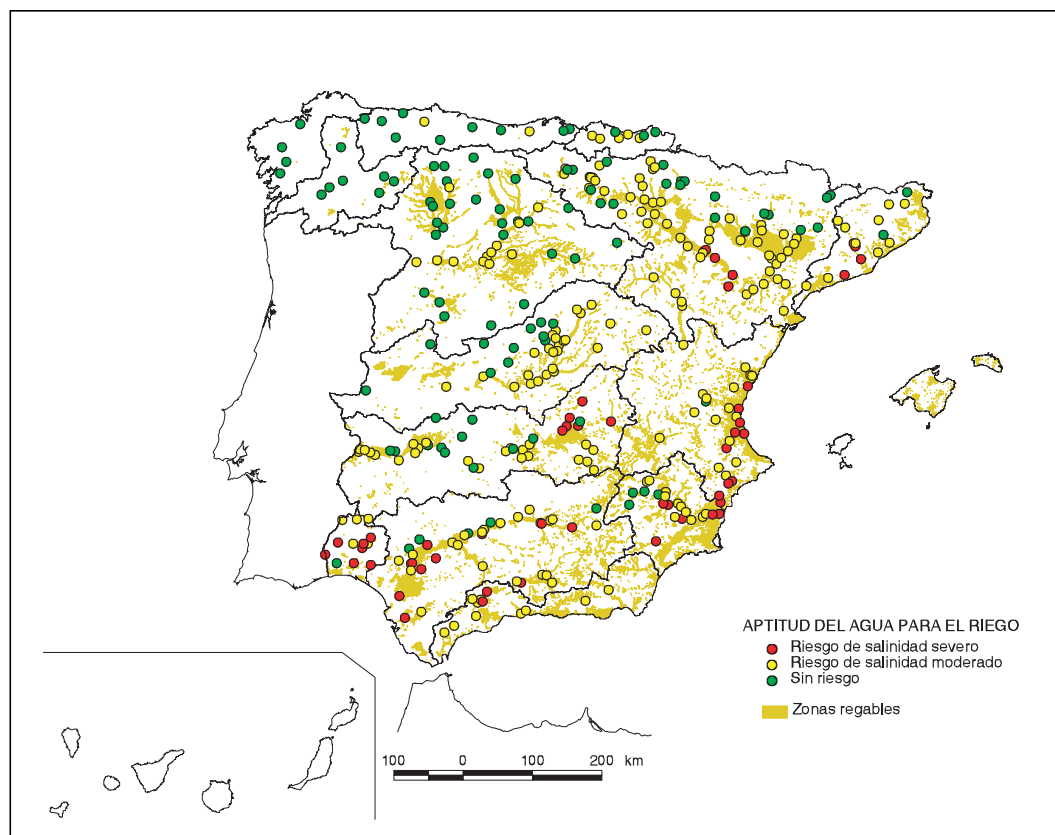


Figura 178. Mapa de aptitud del agua para el regadío durante julio y agosto (riesgo de salinidad)

clima, suelo, manejo y métodos de riego, condiciones de drenaje y patrones de absorción de la humedad por el cultivo. Cuando las características locales no se ajustan a los supuestos considerados se requiere un estudio específico del caso que podrá dar lugar a una modificación de los criterios citados.

La tabla 50 ofrece la clasificación de la calidad de aguas para riego según este criterio.

Considerando estas directrices elaboradas por la FAO y la información disponible de la red COCA, se han confeccionado dos figuras, en las que se puede apreciar, en cada estación, la aptitud media del agua para el regadío en cuanto a los riesgos de salinidad (fig. 178) y de reducción de la capacidad de infiltración (fig. 179) durante los meses de julio y de agosto, que coinciden con los períodos de tiempo en los que las necesidades de agua para el riego son mayores.

A efectos de contrastar su situación relativa, en las mismas figuras se han representado también las zonas regables existentes.

Al igual que ya se advirtió en relación con las aguas de abastecimiento, esta aptitud no informa sobre la calidad actual de las aguas de riego, sino sobre la aptitud potencial que poseen los tramos fluviales españoles para ser utilizados para la extracción de agua con usos agrícolas, ya que no todos los puntos de la red COCA coinciden con tramos de captación de agua para regadío.

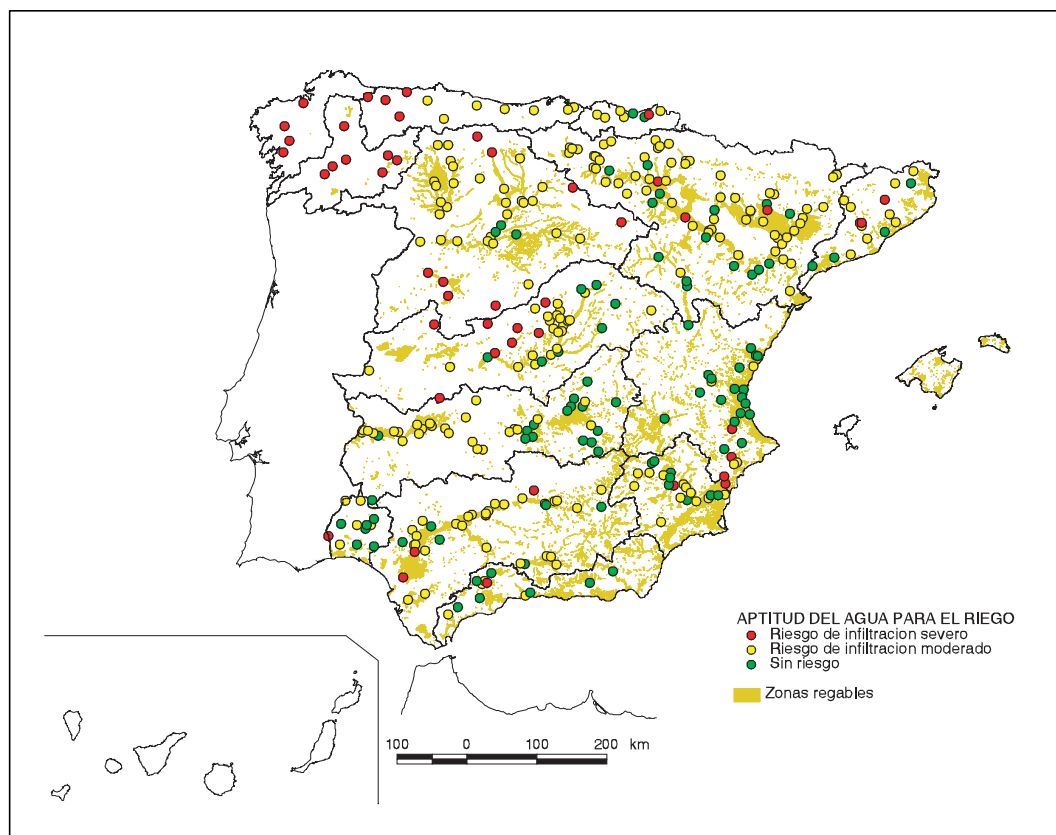
3.2.4.1.3. Criterios de aptitud para aguas de baño

La Directiva 76/160/CEE, relativa a la calidad de las aguas de baño, que ha sido transpuesta por el Real Decreto 734/1988 y por el Anejo II del RAPAPH, y que se encuentra actualmente en proceso de revisión, tiene como objetivo asegurar unos niveles mínimos de calidad en aquellas aguas continentales y costeras que vayan a ser destinadas al baño. Este conjunto normativo constituye un valioso instrumento de carácter sanitario ante un uso del agua que, como se ve en otros epígrafes, cada vez presenta mayor valoración social.

La planificación hidrológica debe recoger aquellos tramos de río o de embalse que las Comunidades Autónomas hayan declarado como Zonas de Baño y asumirá como Objetivos de Calidad en ellas lo que a tal efecto dictamina la Directiva 76/160 en su Anejo, y que viene recogido en la tabla 51.

Para caracterizar las aguas desde este punto de vista, y de conformidad con lo previsto en la mencionada Directiva, el Ministerio de Sanidad y Consumo elabora y remite a la Comisión Europea un informe anual de síntesis de la calidad de aguas de baño en España, en el que se reflejan las características más relevantes de la vigilancia sanitaria que de tales aguas, y conforme al R.D. 734/1988, realizan las CCAA. Este informe es, pues, la base del control estadístico de la calidad de las aguas desde el punto de vista de su aptitud para el baño, y la fuente básica en nuestro país de información al respecto.

Figura 179. Mapa de aptitud del agua para el regadío durante julio y agosto (riesgo de reducción de la capacidad de infiltración)



Requisitos de los puntos de muestreo

Los requisitos para asignar la calificación sanitaria del agua de baño en un Punto de Muestreo, durante la temporada de baño, son los siguientes:

- Cada Punto de Muestreo es representativo de una Zona de Baño o de parte de ella.
- Los Métodos Analíticos utilizados para la determinación de cada parámetro son los oficiales (los del mencionado R.D. 734/1988, de 1 de julio).
- En cada Punto de Muestreo se han controlado, al menos, los Parámetros Obligatorios: Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Color, Aceites Minerales, sustancias Tensoactivas, Fenoles y Transparencia.
- La Frecuencia de Muestreo es al menos quincenal, más un muestreo antes del comienzo de la temporada.

Calificación sanitaria

La Calificación Sanitaria del Agua de Baño en un Punto de Muestreo se ha realizado de acuerdo con los criterios siguientes:

AGUAS “2”: Aguas Aptas para el baño, de muy buena calidad.

Son aquéllas que cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- Al menos el 95% de los muestreos no sobrepasan los valores imperativos de los parámetros siguientes: Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Salmonella, Enterovirus, pH, Color, Aceites Minerales, Sustancias Tensoactivas, Fenoles y Transparencia.
- Al menos el 80% de los muestreos no sobrepasan los valores guía de los parámetros: Coliformes Totales y Coliformes Fecales.
- Al menos el 90% de los muestreos no sobrepasan los valores guía de los parámetros siguientes: *Escherichia coli*, Transparencia, Oxígeno Disuelto y Materias Flotantes.

AGUAS “1”: Aguas Aptas para el baño, de buena calidad.

Son aquéllas en las que se cumple la condición a), de las aguas “2”, pero en las que no se cumplen las condiciones b) y/o c) de las aguas “2”.

AGUAS “0”: Aguas No Aptas para el baño.

Son aquéllas en las que no se cumple la condición a) de las aguas “2”.

“SD”: Designa a aquellos Puntos de Muestreo en los que la única información existente es la relativa a datos territoriales.

Parámetros	Valor Guía	Valor Imperativo
Coliformes totales /100 ml	500	10.000
Coliformes fecales /100 ml	100	2.000
Estreptococos fecales /100 ml	100	-
Salmonellas / 11	-	0
Enterovirus PFU /10 ml	-	0
pH	-	6-9*
Coloración	-	Sin cambio anormal en el color*
Aceites minerales mg/l	≤0,3	Sin película en superficie
Sustancias tensoactivas mg/l (lauril sulfato)	≤0,3	Sin espuma persistente
Fenoles mg/l C ₆ H ₅ OH	≤0,005	≤0,05
Transparencia	2	1*
Oxígeno disuelto % de saturación	80-120	-
Residuos alquitranados y Materias flotantes	Ausencia	-

Tabla 51. Valores Guía e Imperativos de la calidad de las aguas de baño (Directiva 76/160)

* Superación de los límites previstos en caso de condiciones geográficas o meteorológicas excepcionales

“SCO”: Se asigna esta denominación en los casos en que en un Punto de Muestreo no se cumpla el requisito c) de los puntos de muestreo.

“SCF”: Se asigna en los casos en que en un Punto de Muestreo se cumple el requisito c) pero no se cumple el requisito d).

La Directiva prevé ciertas excepciones en el cumplimiento de algunos parámetros de su Anejo bajo circunstancias meteorológicas o geográficas excepcionales, no considerando en tales condiciones que se incumpla la Directiva en tanto no se ponga en riesgo la salud de los ciudadanos mediante la prohibición del baño y su notificación al Ministerio de Sanidad y Consumo y de éste a la Comisión de la Unión Europea.

Situación actual

La tabla 52 muestra los resultados de la calidad de baño de las aguas continentales en España en el año 1997, según los Informes anuales de seguimiento elaborados por el Ministerio de Sanidad y Consumo (MSC, 1997).

Como puede verse, resultan aptas para el baño 160 de 226, es decir, un 71% del conjunto muestreado.

Por otra parte, en la figura 180 se puede apreciar, en los puntos de muestreo de la red COCA, una representación meramente estimativa, de la aptitud de las aguas para el baño atendiendo a los valores imperativos de la Directiva. Se han señalado también los objetivos de calidad existentes en los tramos fluviales según los Planes hidrológicos de cuenca, y las zonas de baños declaradas a la Unión Europea durante la temporada de baño de 1995.

Se ha considerado, tentativa y simplificada, que la aptitud del agua para el baño era buena en aquellos puntos de la red COCA en los que la frecuencia de cumplimientos de la tabla superaba a los incumplimientos, sirviendo en este caso los mismos comentarios que se realizaron al respecto en los epígrafes anteriores para los otros usos.

3.2.4.1.4. Criterios de aptitud para vida piscícola

La Legislación Básica del Estado sobre la calidad del agua en los ríos y su aptitud para soportar la vida de los peces viene definida por la transposición de la Directiva 78/659/CEE, relativa a la calidad de las aguas continentales para la vida piscícola, llevada a cabo por la Orden Ministerial de 16 de Diciembre de 1988 y por el Anejo III del RAPAPH.

Como se deriva del reparto competencial existente, las Administraciones Autonómicas poseen amplias competencias sobre pesca y medio ambiente, por lo que sobre tales materias las diferentes CCAA han desarrollado normativas que, por entrar en el ámbito de las leyes de protección de la naturaleza, pueden ser de obligado cumplimiento en lo referente a la calidad de los ríos en los tramos declarados de especial protección.

Los Planes Hidrológicos recogen los tramos que las Administraciones competentes declaran como de tipo salmonícola o ciprinícola en virtud del Art. 41.2 de la Ley de Aguas, y contienen las medidas oportunas para alcanzar como mínimo los requisitos de calidad que se muestran en la tabla resumen adjunta (tabla 53).

En relación con esta Directiva 78/659 el Estado español ha delimitado un total de 140 zonas para la vida piscícola, distribuidas por todas las cuencas, con

Comunidad Autónoma	Num. de Municipios	Zonas de baño	Puntos de muestreo	Aguas "2"	Aguas "1"	Aguas "0"	Aguas SCF
ANDALUCÍA	58	63	70	3	36	27	4
ARAGÓN	11	11	12	3	7	1	1
ASTURIAS	1	1	1	0	0	1	0
CASTILLA-LA MANCHA	28	39	43	24	7	12	0
CASTILLA Y LEÓN	2	2	2	0	1	1	0
CATALUÑA	9	10	11	3	8	0	0
EXTREMADURA	17	17	17	0	0	0	17
GALICIA	53	54	68	10	45	13	0
MADRID	6	6	7	0	2	5	0
MURCIA	3	3	3	0	0	3	0
NAVARRA	11	11	11	4	5	2	0
RIOJA	1	1	1	0	1	0	0
VALENCIA	2	2	2	0	1	1	0
TOTAL	202	220	248	48	112	66	22

Tabla 52. Distribución territorial y calidad sanitaria de los puntos de muestreo de las zonas de baño continentales

excepción de la del Segura, tal y como muestra la figura 181. Como puede verse, es en los ríos del Norte donde la aptitud resulta mayor y el número de zonas declaradas es más elevado.

En la figura 182 se puede apreciar la aptitud de las aguas para la vida piscícola en los puntos de muestreo de la red COCA, atendiendo a los valores imperativos de la Directiva 78/659/CEE, representándose conjuntamente los tramos con objetivos definidos. Se ha considerado que el agua es buena para la vida piscícola cuando la frecuencia de cumplimientos de la tabla

supera al de incumplimientos en el caso de aguas salmonícolas, que es el más estricto.

Nuevamente se advierte que muchos puntos de la red COCA no se sitúan sobre los tramos de protección, por lo que, como en los casos anteriores, la figura debe interpretarse como una información sobre la aptitud potencial que poseen los ríos españoles para permitir la vida piscícola. Asimismo, hay que indicar que si en lugar de salmonidos se hubiese contrastado con ciprínidos, la situación sería mejor que la mostrada.

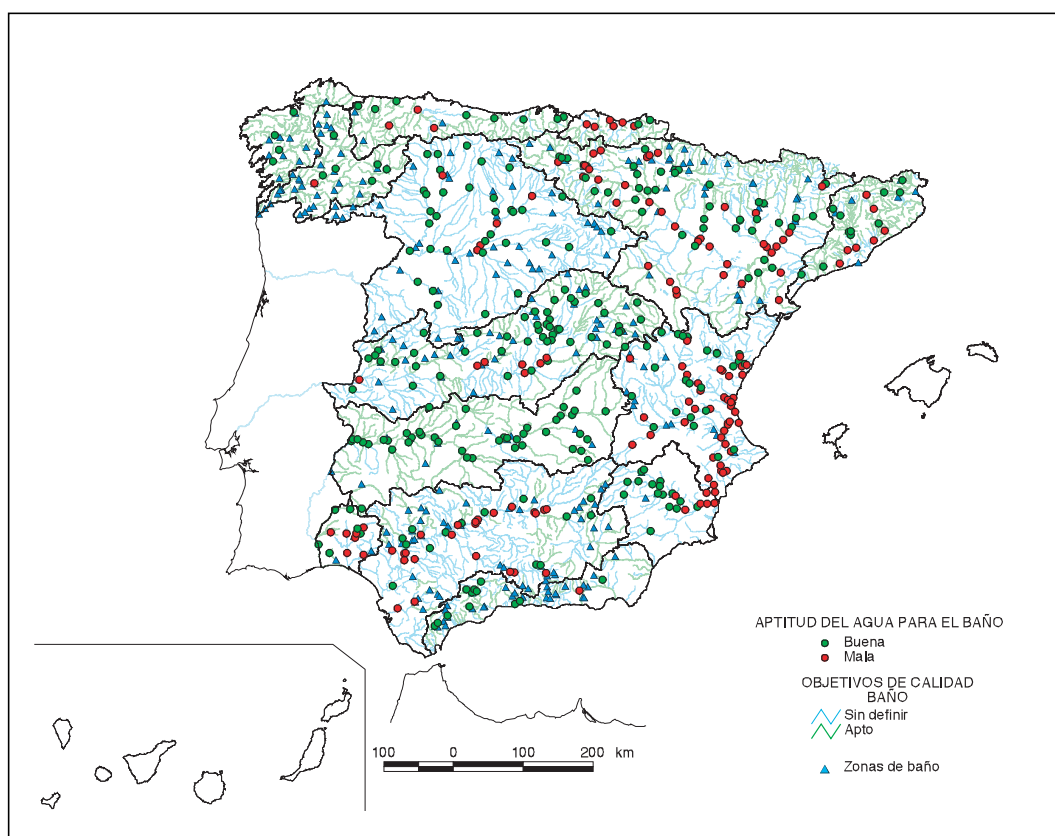


Figura 180. Mapa de aptitud estimativa del agua para el baño en la red COCA

	Aguas Salmonícolas		Aguas Ciprinícolas	
	Guía	Imperativo	Guía	Imperativo
Temperatura (°C)				
Incremento de temperatura máxima en zonas de vertidos	-	1,5	-	3
Máxima temperatura del agua	-	21,5 (o)	-	28 (o)
Máxima temperatura agua durante reproducción especies		10 (o)		10 (o)
Oxígeno disuelto (mg/l O ₂)	50%≥9 100%≥7	50%≥9	50%≥8 100%≥5	50%≥7
pH	-	6-9 (o) *	-	6-9 (o) *
Materia en Suspensión (mg/l)	≤25 (0)	-	≤25 (0)	-
DBO ₅ (mg/l O ₂)	≤3	-	≤6	-
Nitritos (mg/l NO ₂)	≤0,01	-	<0,03	-
Fenoles (mg/l C ₆ H ₅ OH)	-	**	-	**
Hidrocarburos	-	***	-	***
Amoniaco no ionizado (mg/l NH ₂)	≤0,005	≤0,025	≤0,005	≤0,025
Amonio total (mg/l NH ₄)	≤0,04	≤1 ****	≤0,2	≤1 ****
Cloro residual (mg/l HOCl)	-	≤0,005	-	≤0,005
Zinc total (mg/l Zn)	-	≤0,3	-	≤1,0
Cobre soluble (mg/l Cu)	≤0,04	-	≤0,04	-

Tabla 53. Resumen de condiciones de la Directiva 78/659, de aptitud para la vida de los peces

(o) Los Estados miembros podrán no aplicar la presente Directiva para los parámetros indicados debido a circunstancias meteorológicas excepcionales o a circunstancias geográficas especiales.

* Las variaciones artificiales de pH con respecto a los valores constantes no deberán superar +/- 0,5 uds. de pH en los límites comprendidos entre 6 y 9 a condición de que estas variaciones no aumenten la nocividad de otras sustancias presentes en el agua.

** Los compuestos fenólicos no podrán estar presentes en concentraciones que alteren el sabor del pescado

*** Los productos de origen petrolero no podrán estar presentes en las aguas en cantidades que 1) formen una película visible en la superficie del agua o se depositen en capas en los lechos de las corrientes de agua y de los lagos; 2) transmitan al pescado un perceptible sabor a hidrocarburos; y 3) provoquen efectos nocivos en los peces

**** En condiciones geográficas o climatológicas particulares y especialmente en el caso de bajas temperaturas del agua y de reducida nitrificación o cuando la autoridad competente pueda probar que no hay consecuencias perjudiciales para el desarrollo equilibrado de las poblaciones de peces, los Estados miembros podrán fijar valores superiores a 1 mg/l

3.2.4.1.5. Calidad según el criterio del ICG, o de la Calidad General

El índice de Calidad General (ICG) pretende proporcionar un indicador agregado y global de la calidad del agua. Se obtiene mediante una fórmula de agregación que integra 23 parámetros de calidad, 9 de los cuales, que se denominan *básicos*, son necesarios en todos los casos. Otros catorce, que responden al nombre general de *complementarios*, sólo se usan para aquéllas estaciones o períodos en los que se analizan. A partir de ponderaciones matemáticas que valoran la influencia de cada uno de estos parámetros en el total del índice, se deduce un valor final único y representativo que se sitúa entre 0 (agua muy contaminada) y 100 (agua totalmente limpia).

El diagnóstico general de la situación actual en cada ámbito de la planificación hidrológica es el ofrecido en la figura 183. En ella se indica, para los ríos controlados en cada ámbito, la situación actual de la calidad del agua expresada en porcentaje de longitud de la red fluvial según el Índice General de Calidad.

La observación de esta figura muestra rápidamente la situación relativa de los distintos ámbitos. Así, y teniendo en cuenta que índices por debajo de 65 (agua Regular, Deficiente o Mala) ya comprometen seriamente la mayor parte de los usos posibles, puede verse que la situación no es del todo satisfactoria en algunas de las cuencas españolas, sobre todo en aquéllas en las que las aportaciones naturales son más bajas o es más alta la influencia de los vertidos industriales o de la contaminación difusa.

Para apreciar espacialmente estos datos agregados, en la figura 184 se refleja el ICG medio representativo de la situación actual (datos de 1994) en las estaciones de la red COCA.

Para la mejor interpretación de esta información, es conveniente precisar que, como se comentó al describir la red COCA, los puntos de control de esta red han sido establecidos, en general, aguas abajo de algún vertido que debía e interesaba controlarse. Así, los valores del ICG de un tramo de río, al estar condicionados por un vertido, suelen ser bastante inferiores de los que realmente corresponderían si el punto de

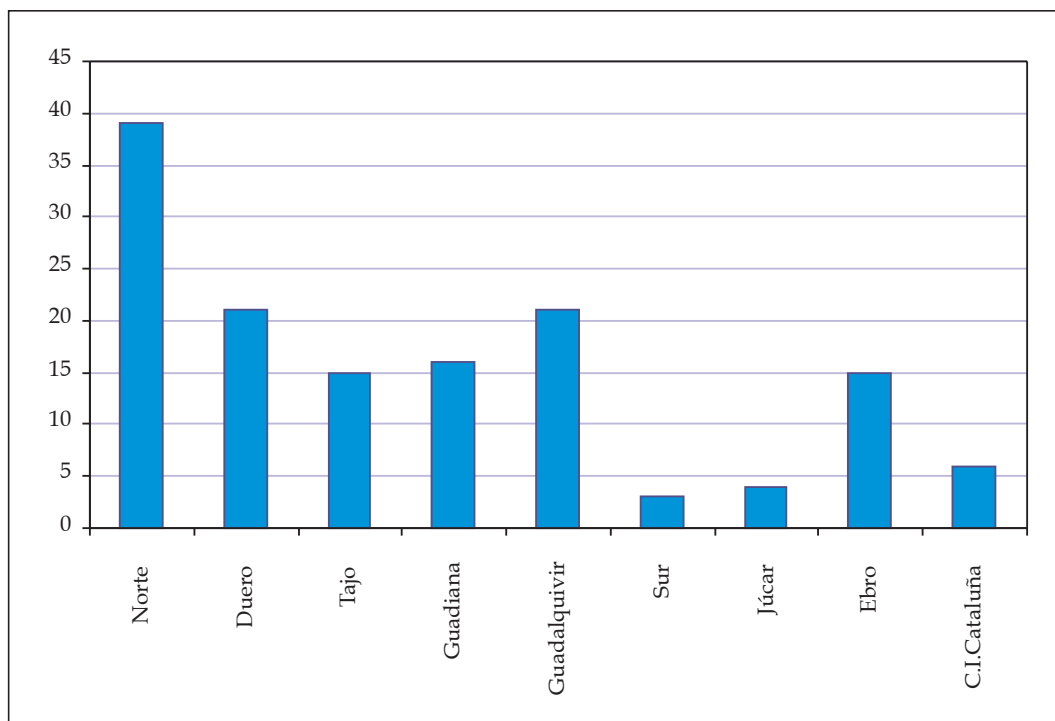


Figura 181. Número de zonas declaradas para la vida piscícola en las distintas cuencas

observación fuese otro más significativo del tramo en cuestión, y deben interpretarse en general como una *cota máxima* del verdadero estado de la calidad en el tramo.

Por otra parte, si se analiza la evolución del índice a lo largo del tiempo se aprecia una situación global de

mantenimiento o mejora, con algunos empeoramientos territoriales y diversas anomalías. Estudiando con mayor detalle las causas de estas anomalías, pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- A veces se observan evoluciones negativas en tramos de río donde se advierte que la calidad no es tan mala,

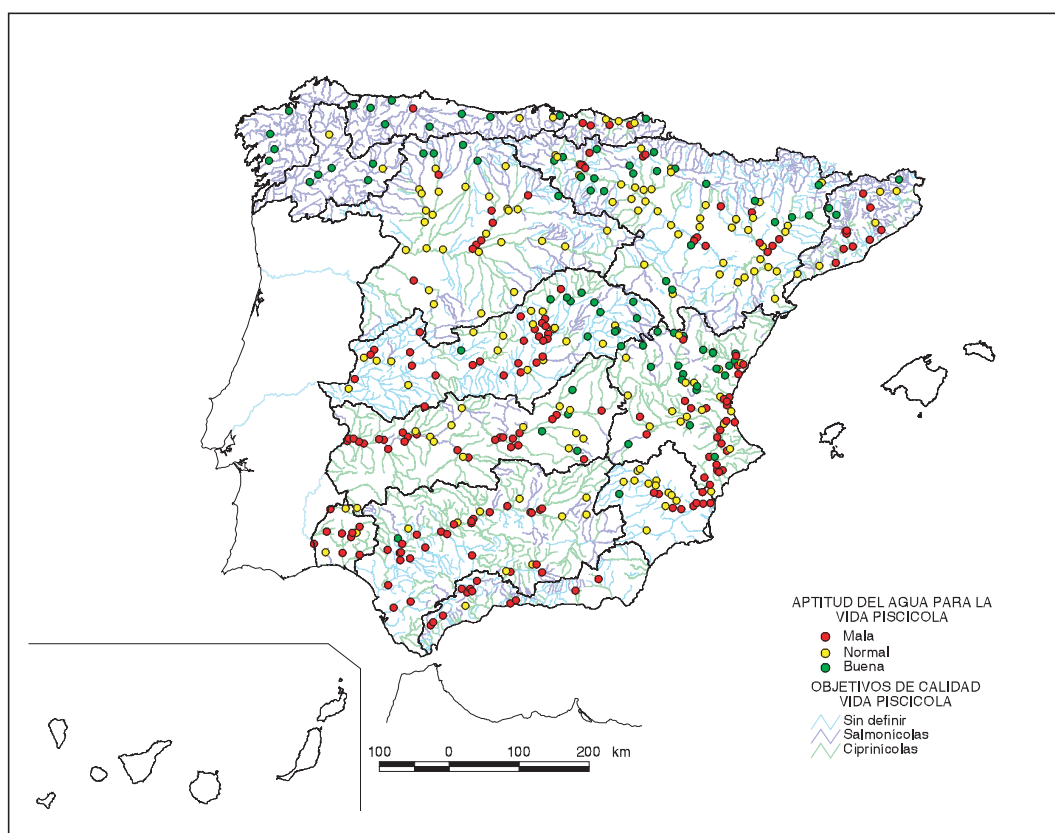


Figura 182. Mapa de aptitud de las aguas para la vida de los peces (criterio de salmónidos)

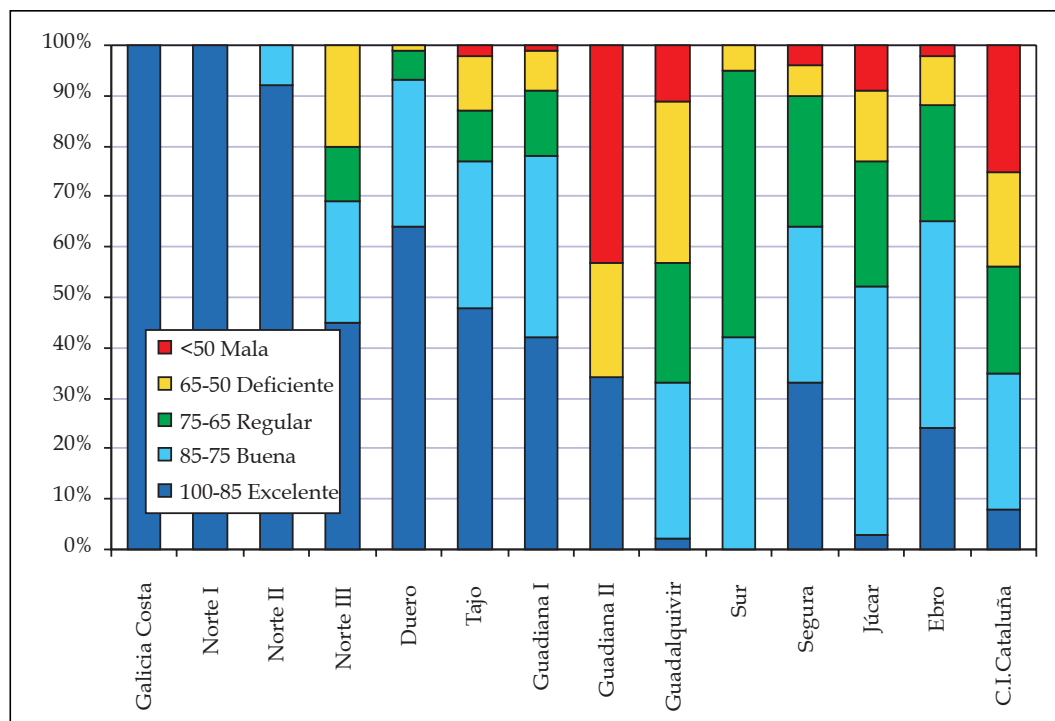


Figura 183. Situación actual de la calidad del agua expresada en porcentaje de longitud de la red fluvial según el Índice General de Calidad

pero ha venido determinada por la incidencia de un vertido puntual. Esto podría aconsejar la reconsideración de los puntos de muestreo empleados.

- El hecho de que la calidad del agua en algunos lugares no haya evolucionado favorablemente en los últimos años, después de haber llevado a cabo actuaciones

significativas de corrección de vertidos, conduce a dudar sobre la fiabilidad de algunos datos antiguos, debido probablemente al propio manejo de las muestras, los sistemas y aparatos de medición, etc. Aunque también cabe anticipar que la magnitud de los vertidos se ha incrementado en gran medida durante los últimos años.

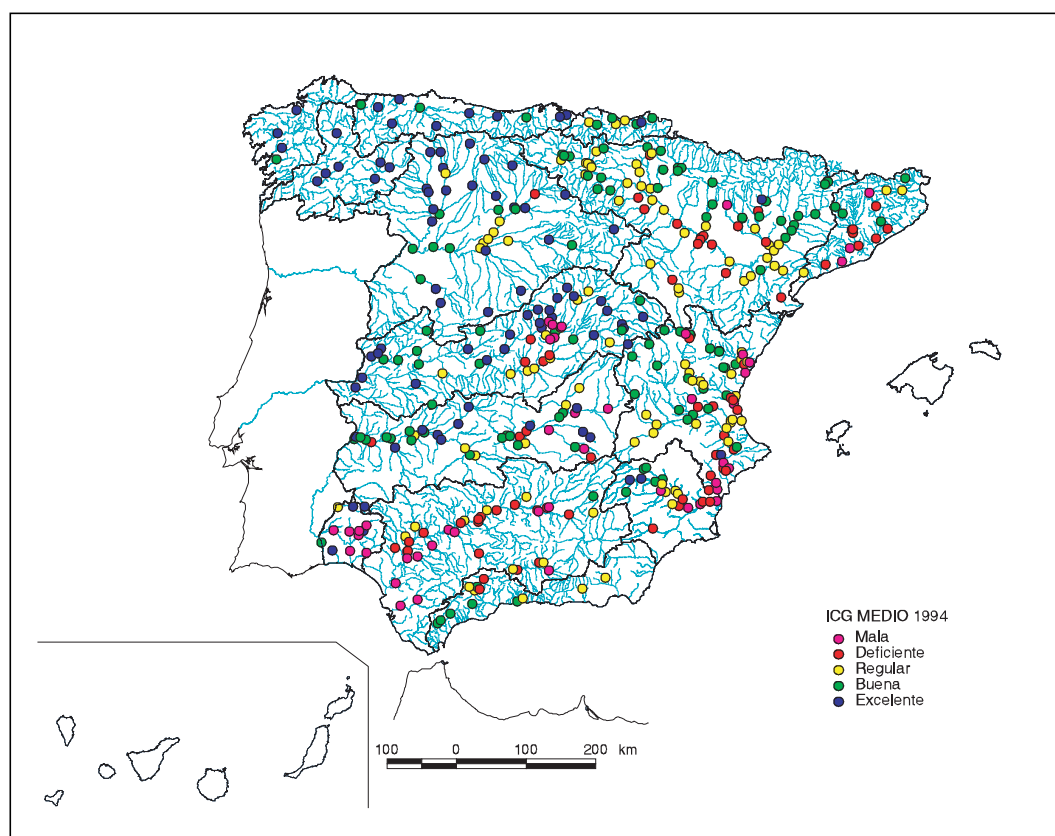


Figura 184. Mapa de ICG medio actual en las estaciones de la red COCA

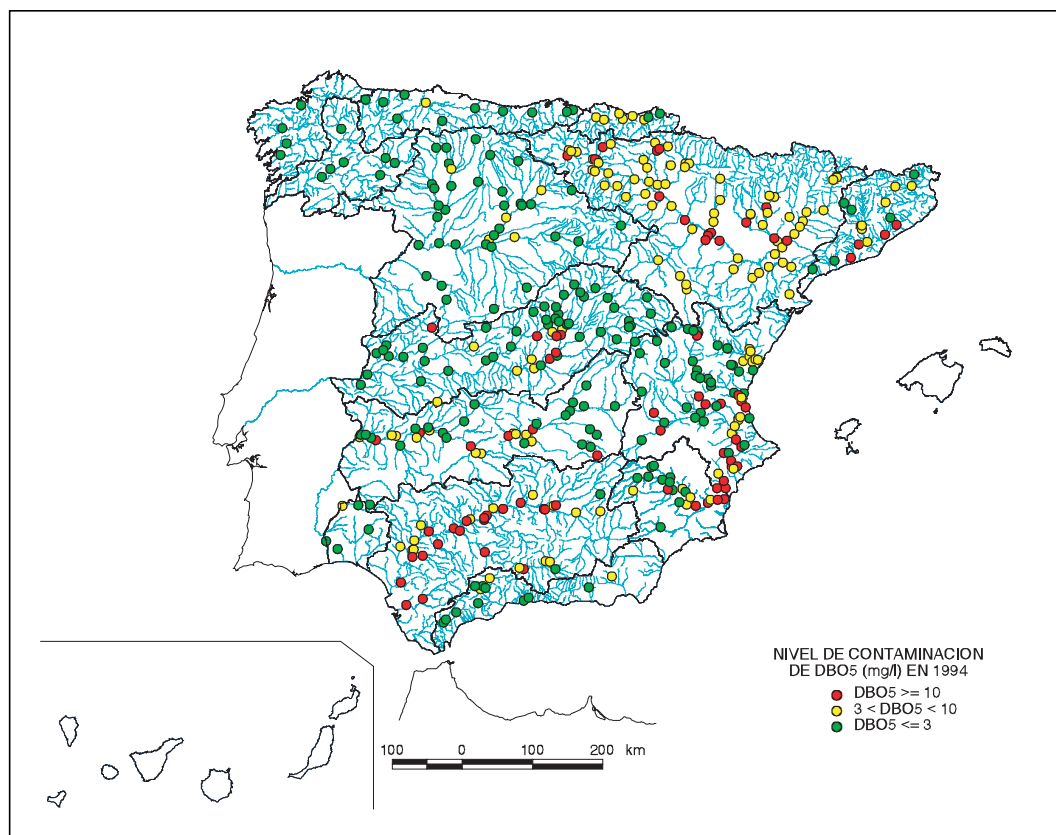


Figura 185. Mapa de concentración de DBO5 (mg/l) en los puntos de la red (año 1994)

- Para afinar el análisis de tendencias sería necesario tratar estadísticamente los datos de las series históricas identificando aquéllas que planteen inconsistencias, filtrando los posibles valores fuera de rango, etc. Ello requiere la implantación de sistemas de gestión de los resultados analíticos que mediante metodologías adecuadas aseguren una mayor fiabilidad y validación de los datos, y potenciando, en la medida necesaria, sistemas supervisados de medida automática y continua.

3.2.4.1.6. Calidad según el criterio de la DBO₅, o de la contaminación orgánica

Desde el punto de vista de la contaminación orgánica, directamente producida por los vertidos urbanos, un buen indicador general es el parámetro DBO₅ (demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días). Valores de la DBO₅ por encima de 10 mg/l son característicos de aguas muy contaminadas, y por debajo de 3 mg/l la contaminación puede considerarse débil.

En la figura 185 se aprecia el estado reciente (año 1994) de la contaminación fluvial orgánica, medida por la concentración de DBO₅ en los puntos de muestreo de la red.

Como puede verse, la situación global del país es aceptable, si bien existen problemas puntuales importantes en algunos ríos, en concreto en el Segura, Guadalquivir y Ebro.

3.2.4.1.7. Calidad según criterios del índice biótico

Otra aproximación a la descripción de la calidad del agua es la proporcionada por los índices bióticos. Los organismos o comunidades biológicas de un ecosistema fluvial reflejan las características o condiciones ambientales del sistema del que forman parte. La utilización de éstos como bioindicadores responde generalmente a la mayor facilidad y al menor coste de su observación frente al análisis o valoración directa del parámetro que indican. La principal ventaja de los indicadores biológicos es su capacidad de integrar las variaciones temporales de las condiciones ambientales del medio. Fluctuaciones fuertes puntuales en los parámetros físico-químicos del medio pueden pasar inadvertidas en un seguimiento periódico determinado si los valores extremos del factor alterado no coinciden en el tiempo con el momento del muestreo. Los bioindicadores, por su gran diversidad en los ecosistemas fluviales, aparte de no precisar de un coste de calibración y mantenimiento continuos, presentan una gran amplitud de respuestas ante cualquier grado o tipo de alteración en el medio. Son por tanto, una valiosa herramienta complementaria de las redes de control automático físico-químico de calidad del agua ya establecidas, como la red SAICA.

Para cuantificar el valor indicador de los organismos, numerosos autores han desarrollado diferentes índices biológicos de calidad del agua, basados en las distintas

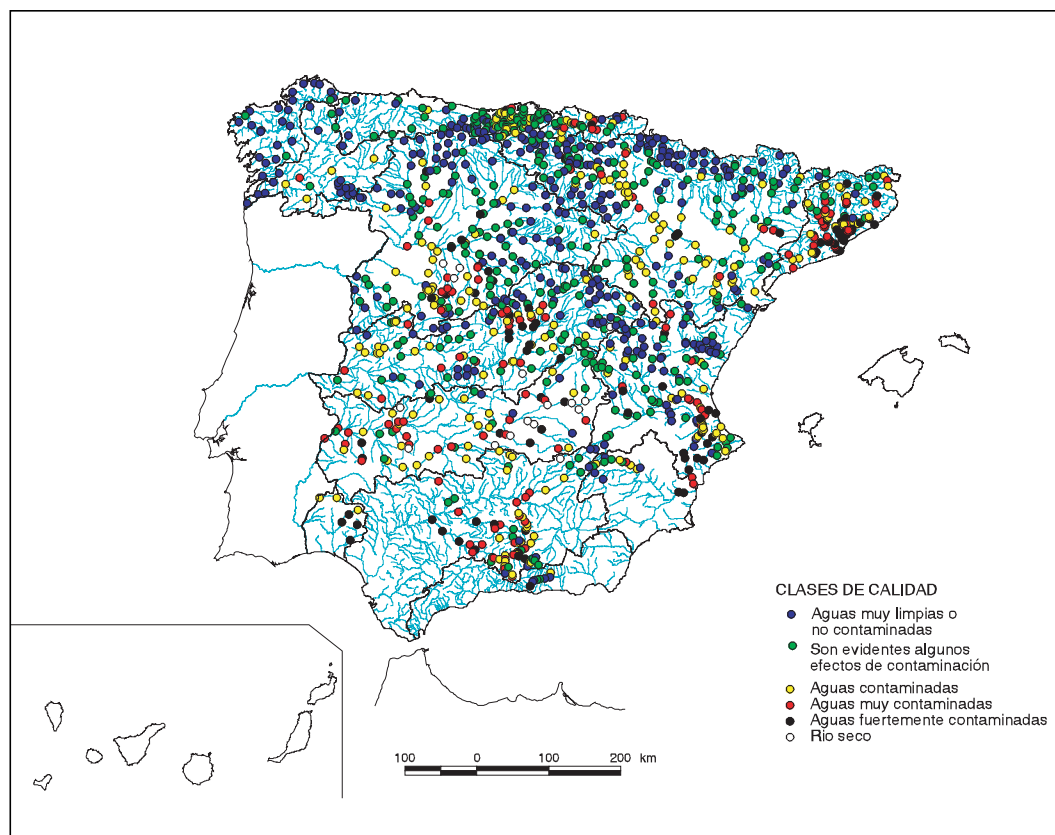


Figura 186. Mapa de la calidad biológica de los ríos peninsulares obtenida mediante la aplicación del índice biótico BMWP'

tolerancias de las especies o comunidades ante los factores contaminantes. A la presencia o ausencia de una especie o familia de organismos acuáticos, así como a su densidad o abundancia, se les asigna un valor de calidad según el parámetro o conjunto de los mismos que se quiera valorar, en función de su grado de tolerancia. El conjunto global de observaciones de toda la comunidad biológica existente aportará un valor final de calidad según el índice empleado para cada tramo o río estudiado. Este tipo de reconocimientos limnológicos requiere únicamente de un mínimo de 2-3 visitas anuales a los puntos elegidos de la red fluvial.

Existe una amplia variedad de índices biológicos de calidad del agua para sistemas fluviales, pudiendo establecerse los siguientes grupos:

- Índices de *diversidad*: basados en las variaciones de la composición específica de las comunidades de organismos y su estructura. En general, a una mayor biodiversidad le corresponde una mejor calidad del agua y viceversa. Ejemplos de este tipo de índices

son los basados en la teoría de la información, como el de Shannon, o el de Margalef (1951).

- Índices *sapróbicos*: reflejan los efectos de la contaminación por materia orgánica procedente de vertidos urbanos o agrícolas y su grado de descomposición, sobre los organismos. Pueden verse distintas aproximaciones en García de Jalón y González del Tánago (1986).
- Índices *bióticos*: son los más utilizados y se basan en la clasificación de los organismos según su tolerancia a la contaminación, asignándoles una puntuación cuyo rango varía según el índice utilizado. El valor de calidad para el río estudiado resulta de la suma total de los valores de cada organismo presente. Los más conocidos son el Trent Biotic Index (TBI), el IB, el Biotic Score, o el BMWP. De la adaptación de este último a los organismos existentes en la Península Ibérica, resultó el Índice BMWP' (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988), siendo el más utilizado en nuestro país actualmente por su senci-

Clase I:	>120	Aguas muy limpias
	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
Clase II:	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
Clase III:	36-60	Aguas contaminadas
Clase IV:	16-35	Aguas muy contaminadas
Clase V:	<16	Aguas fuertemente contaminadas

	Clase-I	Clase-II	Clase-III	Clase-IV	Clase-V	Num. total de puntos	Núm. de ríos
Norte	67	82	29	9	3	190	94
Duero	65	54	27	11	8	165	36
Tajo	38	31	25	15	8	117	31
Guadiana	1	12	24	16	11	64	23
Guadalquivir	4	9	14	13	13	53	13
Sur	4	2	1	0	1	8	3
Segura	1	5	3	0	1	10	3
Júcar	44	45	23	12	5	129	41
Ebro	106	73	48	11	5	243	54
C.I.Cataluña	3	18	32	32	36	121	12
Total	333	331	226	119	91	1.100	310

Tabla 55. Número de puntos de muestreo estudiados según cada clase de calidad biológica

llez, precisión y eficacia. Su uso fue recomendado por la Asociación Española de Limnología en su Congreso Nacional de 1991.

Tanto la Administración General del Estado, como algunos Organismos de Comunidades Autónomas, están desarrollando desde hace tiempo programas de control de la calidad del agua de los ríos basándose en el empleo de índices bióticos, utilizando macroinvertebrados acuáticos bentónicos como indicadores ecológicos de las condiciones del medio. El CEDEX, por ejemplo, está llevando a cabo desde 1985 un seguimiento de la calidad del agua de las cuencas fluviales españolas (Avilés et al., 1997) habiendo seleccionado como índice biótico más eficaz y aplicable a la mayoría de las cuencas el ya mencionado índice BMWP (Biological Monitoring Network Party) modificado (BMWP'),

también conocido como Índice de Alba, que establece cinco clases de calidad biológica del agua según el valor total del índice. También viene empleándose, por ejemplo, por el Gobierno Vasco desde 1992.

Los resultados más recientes obtenidos en los últimos años por diferentes instituciones de todo el territorio nacional se reflejan en el mapa de calidad biológica representado en la figura 186. Los Organismos que han aportado dicha información son, además del CEDEX, las Confederaciones Hidrográficas del Ebro, del Guadalquivir y del Júcar, la Diputación de Barcelona, la Generalidad de Cataluña, el Gobierno Vasco, la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y las Universidades de Barcelona, Granada, León, Oviedo, Santiago de Compostela y Valencia.

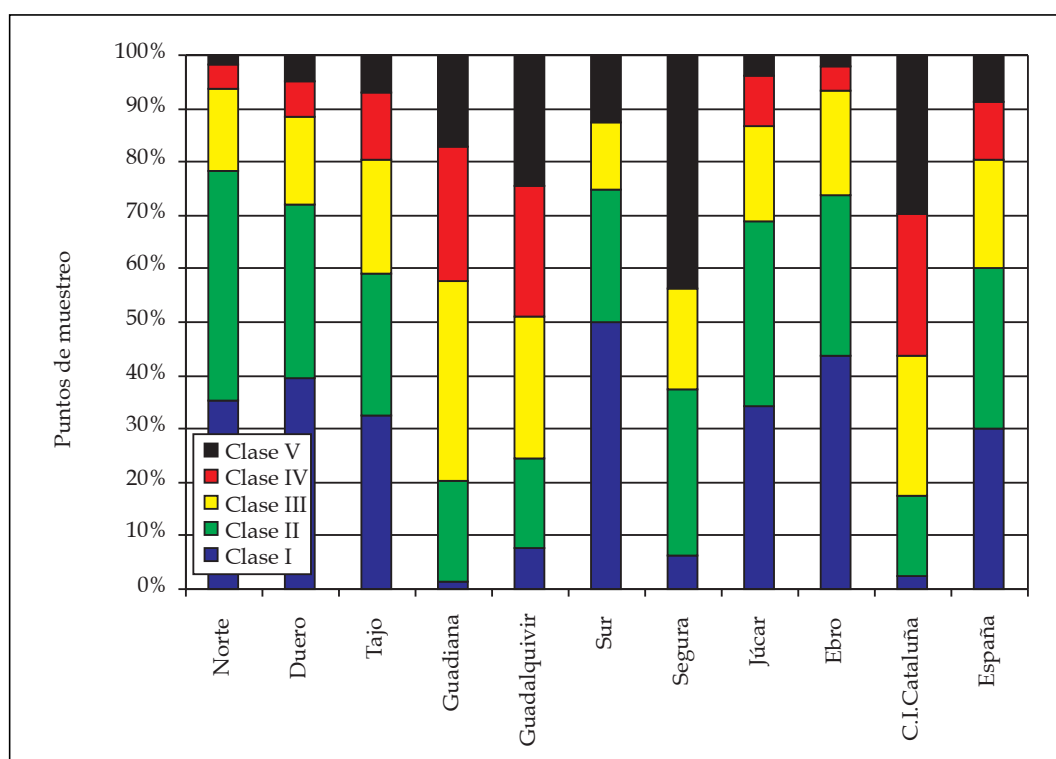


Figura 187. Distribución por cuencas de las clases de calidad según el índice BMWP'

En el índice BMWP' se asigna a cada familia de macroinvertebrados acuáticos una puntuación de 1 a 10 en función de su sensibilidad a la contaminación del agua o alteración del medio. El valor del índice en cada estación de muestreo se obtiene por la suma de las puntuaciones de cada familia encontrada. Según la puntuación final, a cada tramo del río le corresponde una de las siguientes clases de calidad mostradas en la tabla 54.

Hasta la fecha se han controlado más de 1.000 estaciones de muestreo repartidas entre 244 ríos de las grandes cuencas hidrográficas españolas. La tabla 55 recoge el número de puntos de muestreo estudiados en cada cuenca, estando reflejados en la figura 187 los porcentajes de las diferentes clases de calidad en cada una de ellas y en la totalidad del territorio nacional.

Se observa que las cuencas que presentan un estado general de calidad biológica de sus aguas más aceptable son las del Norte Duero, Sur, Júcar y Ebro, con un porcentaje de puntos con aguas contaminadas (clases IV y V) menor del 20 %, y un porcentaje de puntos con aguas poco contaminadas (clases I y II) mayor del 60%. Por el contrario, las cuencas en peor estado son las del Guadiana, Guadalquivir, Segura e Internas de Cataluña, con más de un 40% de puntos con aguas contaminadas (clases IV y V) y menos de un 40% de los puntos en buen estado de conservación (clases I y II). En general y para todo el territorio nacional, el número de puntos que presentan aguas contaminadas es del 20% aproximadamente, correspondiendo el 60% a puntos con aguas en buen estado de conservación. El 20% restante mostrarían algunos efectos de contaminación (clase III).

Los resultados ofrecidos por este índice pueden considerarse complementarios de los que ofrece el ICG. Dada la tendencia internacional a ir sustituyendo el empleo de índices físico-químicos por índices biológicos, es de prever que este tipo de indicadores vaya cobrando mayor importancia en el próximo futuro.

Debe mencionarse que, aunque algunos Organismos disponen de ella en sus territorios, en la actualidad España no cuenta con una red oficial de control de la calidad mediante índices bióticos, siendo una deficiencia que debiera subsanarse a corto plazo.

3.2.4.1.8. Calidad ecológica

En distintos ríos donde se ha llevado a cabo un intenso trabajo de saneamiento y depuración, aplicando tratamientos secundarios y terciarios de forma generalizada, y mejorando muy sensiblemente la calidad físico-química del agua, ha podido constatarse que esta

recuperación no ha ido acompañada de una mejora similar de las comunidades biológicas fluviales.

En un intento por mejorar esta situación, superando la caracterización de la calidad del agua en términos exclusivamente físico-químico-biológicos según su aptitud para los distintos usos, el concepto de *calidad ecológica* del agua de un río atiende precisamente a la consideración del río como ecosistema, y pretende medir su buen estado global -calidad de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos- bajo este punto de vista. Ello supone considerar conjuntamente una gran diversidad de aspectos como la vegetación riparia, los sedimentos, las comunidades animales y vegetales existentes, el oxígeno disuelto, la concentración de sustancias tóxicas y peligrosas en el agua, sedimentos y biota, etc. (MIMAM [1998c] pp.33-35).

Así, para alcanzar el buen estado ecológico es necesario tanto la supresión de la polución perjudicial (mantener niveles reducidos y admisibles de contaminación química), como el mantenimiento de los necesarios flujos hídricos (caudales mínimos) y demás condiciones para la preservación de los ecosistemas fluviales.

Como cabe esperar, la concreta cuantificación de la calidad ecológica, así concebida, presenta una gran complejidad y una amplísima casuística, englobando a otras tipificaciones previas, y pudiendo verse afectada prácticamente por cualquier actuación sobre el medio hídrico (régimen de vertidos, derivaciones para los distintos usos, obras hidráulicas, etc.).

Desde el punto de vista normativo, tras constatar el hecho antes señalado de mejora físico-química pero no ambiental de algunos ríos europeos, en 1994 se propuso un borrador de Directiva de calidad ecológica de las aguas (94/C222/06), tras cuyo proceso de discusión se produjo un replanteamiento del enfoque regulatorio de la política de aguas en la Unión Europea. Tal replanteamiento dio lugar, en 1997, a la propuesta de Directiva Marco de aguas, a la que nos referimos en otras secciones de este Libro, y que incluye, entre otras cuestiones, esta idea de la calidad ecológica. Anticipándose a la aprobación de la Directiva, la reciente reforma de la Ley de Aguas española ha incorporado el concepto de *buen estado ecológico del dominio público hidráulico* como el primer objetivo de la planificación hidrológica.

En cuanto a los procedimientos para su aplicación práctica, distintos estudios realizados han mostrado que, como consecuencia de la complejidad y enorme diversidad de situaciones fluviales existentes en el ámbito de la Unión Europea, existen serias limitaciones a la hora de determinar criterios y técnicas comparables y admisibles en todo el conjunto de los países que la integran -inicialmente destinatarios de estas

normas-, por lo que se ha convenido en reconocer que falta mucho trabajo por desarrollar antes de disponer de especificaciones técnicas viables y adecuadas para el control de la calidad ecológica de las aguas superficiales en el conjunto de países afectados, y se requiere de estudios detallados que permitan fijar metodologías técnicas de determinación del estado ecológico en distintos países con condiciones muy heterogéneas, y posibiliten la comparación de las medidas similares y ya existentes en el ámbito de la Unión.

Pese a estas dificultades prácticas, que deberán irse superando en el futuro inmediato, en nuestro país se han realizado ya interesantes experiencias de tipificación y determinación del estado ecológico de algunos ríos. Es el caso de los trabajos de control anual de la calidad de los ríos en el País Vasco (Gobierno Vasco [1995]), o de los llevados a cabo en algunos ríos de Cataluña (Munné et al. [1998]; Prat [1998]), experiencias que deberán intensificarse tras la obligada vinculación formal de estos conceptos con las determinaciones de la planificación hidrológica.

3.2.4.2. Situación de la depuración de vertidos industriales

En el artículo 92 de la Ley de Aguas se especifica que *toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación del Dominio Público Hidráulico...requiere autorización administrativa*, cuya tramitación y contenido se detalla en los artículos 245 al 252 del RDPH. Se consideran vertidos obligados a tramitar la correspondiente autorización tanto los directos a cauces como los que se realizan indirectamente a través de la red de alcantarillado de los municipios.

Esta autorización administrativa se refiere también a aquellos vertidos que pueden afectar a las aguas subterráneas, sobre los que la legislación es más estricta en cumplimiento de la Directiva 80/68, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación, que obliga a que todos estos vertidos cuenten con un estudio hidrogeológico, que para su tramitación se requiera un informe preceptivo del ITGE y que en ningún caso contengan sustancias peligrosas de la lista I. Esta lista I incluye aquellas sustancias tóxicas consideradas de más alta peligrosidad por la Unión Europea y que vienen definidas en la Directiva 76/464 relativa a la contaminación por sustancias tóxicas y peligrosas.

En España existen más de 300.000 vertidos a cauces superficiales, de los que la mayoría (el 80%, es decir, unos 240.000) tiene el carácter de vertidos *indirectos*, es decir, vierten a azarbes, alcantarillado, canales de desagüe o pluviales, que finalmente deben desaguar a

un cauce, previo el necesario tratamiento depurador en las instalaciones municipales de saneamiento. De los 60.000 vertidos directos existentes (realizados directamente a un curso de aguas o canal de riego), unos 10.000 corresponden a vertidos municipales, que se encuentran reglamentados por la Directiva 91/271/CEE, relativa a la depuración de aguas residuales urbanas, alrededor de unos 40.000 vertidos corresponden a la ganadería estabulada o semiestabulada y finalmente unos 10.000 vertidos directos tienen el carácter de efluentes industriales.

Con anterioridad a la entrada en vigor del Real Decreto de Regularización de Vertidos y según un estudio realizado durante el año 1994, tan sólo el 5% de las empresas poseían una autorización definitiva y un 18% poseían una autorización provisional al amparo de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1986. Cabe señalar al respecto que la mayoría de las grandes empresas, y por tanto los mayores vertidos, poseen algún tipo de autorización y vierten, en numerosas ocasiones, tras haber recibido los efluentes algún tipo de tratamiento depurador, por lo que el porcentaje de la carga contaminante autorizada resulta mayor.

En general, las autorizaciones de vertido concedidas a las industrias se otorgan en función de los criterios establecidos en la tabla del Anexo al Título IV del RDPH, en la que se clasifican los vertidos en tres categorías según sea la intensidad del tratamiento depurador y de acuerdo con las cuales se imputa el correspondiente canon de vertido. Hay que destacar que estas tablas tienen como misión imponer el canon de vertido en relación con las limitaciones de las emisiones según se caracterice el vertido. Pero éstas no son las únicas limitaciones con las que deben contar las autorizaciones de vertido, ya que tanto los vertidos directos como los indirectos deberán respetar los límites que marcan las Directivas de desarrollo de la 76/464/CE, relativa a la contaminación por sustancias tóxicas y peligrosas (lista I), y los límites de emisión y los objetivos de calidad que se incluyen en los Programas de Reducción de la Contaminación de Sustancias de la lista II, en desarrollo del artículo 7 de la Directiva 76/464, así como todos aquellos límites que marquen otras Directivas y que impongan los propios objetivos de calidad.

La depuración de los vertidos industriales se puede considerar no del todo satisfactoria con carácter general, ya que existen numerosos vertidos sin autorizar, y un gran número de sustancias no están sujetas a regulaciones individuales y específicas según sectores industriales y según empresas concretas. Los vertidos directos poseen un nivel de control más exhaustivo que los vertidos indirectos, pero también es verdad

que aquéllos suelen poseer los caudales y las cargas contaminantes más elevadas. Por ejemplo, en la industria química tan solo un 35% de las empresas vierten directamente a los cauces, pero sus vertidos suponen un 85% de las cargas contaminantes totales del sector.

Las medidas a adoptar para limitar la contaminación deberían basarse en las mejores técnicas disponibles a costo razonable, dentro de las recomendaciones del V Programa Ambiental de la Unión Europea, del contenido de la Directiva 96/61/CEE, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación, y de la próxima Directiva Marco de la Política de las Aguas (COM(98) 76 final), a las que nos referiremos específicamente al exponer la situación actual y los principios de la política de aguas europea.

En tal sentido, cabe mencionar que la minimización de la contaminación engloba múltiples prácticas, dentro de las cuales la depuración final de efluentes constituye sólo una alternativa más dentro de una concepción global del proceso industrial en relación con la contaminación. Es decir, existen toda una serie de actuaciones diferentes de la propia depuración que están llamadas a adquirir cada vez más relevancia: mejoras de los procesos productivos, reducción de materias primas y de productos finales, modificaciones tecnológicas más eficientes energética y ambientalmente, reciclado y recuperación de materiales y de aguas de proceso y de refrigeración, supresión de fugas y derrames, sustitución de reactivos y de disolventes, etc.

En lo que se refiere a los vertidos indirectos, es decir, los que se producen en los colectores urbanos, la Administración Local tiene encomendada, en la mayoría de los casos, su gestión y la concesión de las autorizaciones correspondientes. Según se especificaba en la Orden Ministerial de 23 de Diciembre de 1986, las Confederaciones Hidrográficas vigilarán el cumplimiento de los Planes de Reducción de la contaminación a las salidas de las depuradoras municipales y comprobarán que los límites de emisión y los objetivos de calidad se atienen a la legislación. Por otra parte, la Directiva 91/271 imponía a los Estados miembros obligaciones en relación con la regulación de vertidos industriales a colectores antes del 31 de diciembre de 1993, existiendo, como consecuencia de todo ello, una desigual normativa al respecto, con el resultado de posible impunidad de los causantes de vertidos prohibidos y ausencia de mecanismos administrativos de registro y autorización de los vertidos indirectos. La clarificación normativa y la adecuada coordinación entre ambas Administraciones resulta esencial a estos efectos.

3.2.4.3. Contaminación difusa

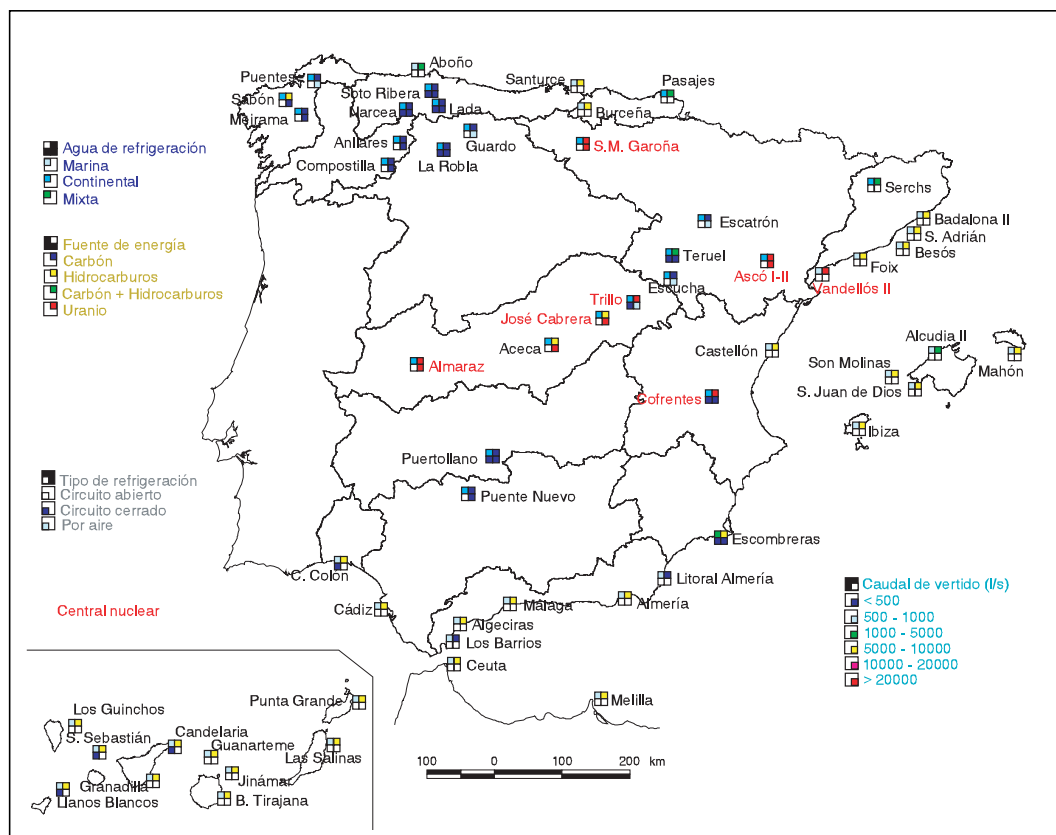
La mayor parte de la contaminación difusa de las aguas superficiales está relacionada con toda una serie de actividades, eminentemente agrícolas y ganaderas, que se desarrollan sobre grandes extensiones del territorio, y que provocan la contaminación de estas aguas superficiales por medio de la escorrentía que fluye por su superficie y que arrastra y disuelve las sustancias que han sido depositadas sobre el suelo. Las sustancias más comunes que se encuentran en las aguas en relación con esta contaminación difusa pertenecen al grupo de los fertilizantes y de los fitosanitarios, empleados en la agricultura, al de la materia orgánica y las sustancias tóxicas, ligadas a las actividades ganaderas y a los vertederos urbanos o a determinadas actividades industriales.

La contaminación difusa tiende a adquirir cada vez mayor importancia en la degradación de los recursos hídricos, ya que cuanto mayor sea el grado de depuración y de limitación de los vertidos puntuales, mayor será el incremento que del total de la contaminación supondrán todos los vertidos de carácter distribuido o difuso. A modo de ejemplo, se estima que la aportación de nitrógeno de origen difuso en la cuenca del Duero representa aproximadamente el 80% de la aportación total de nitrógeno de la cuenca. En las cuencas del Tago y del Guadiana la contaminación de origen difuso representa casi la mitad de los aportes totales de nitrógeno.

La contaminación por nitratos se describe con más detenimiento en el epígrafe dedicado a la contaminación de las aguas subterráneas. La presencia de fitosanitarios en aguas superficiales no ha sido aún suficientemente estudiada. La red COCA no analiza la existencia de plaguicidas en el agua, por lo que resulta casi imposible, con carácter general, evaluar su presencia y su influencia sobre la calidad del recurso. Algunas de las posibles estipulaciones de la propuesta de nueva Directiva sobre aguas potables incluyen un control más exhaustivo y unas limitaciones más exigentes para este tipo de contaminantes en las aguas destinadas al consumo humano. Sí ha sido detectada su presencia, aunque no con demasiada representatividad, en algunas unidades hidrogeológicas a través de campañas puntuales cuyos resultados se sintetizan en otros epígrafes.

En cuanto a la contaminación difusa generada por los vertederos urbanos y por los residuos tóxicos y peligrosos depositados sobre el terreno de manera incontrolada, en otros epígrafes se resaltan las importantes afecciones negativas que tales depósitos pueden suponer para el estado de la calidad de las aguas (muy específicamente, para las subterráneas).

Figura 188. Mapa de situación y características principales de las centrales térmicas convencionales y nucleares



Hay que señalar que existe un importante déficit en lo que se refiere a los estudios que determinen de manera clara la componente difusa de la contaminación de las aguas superficiales españolas. Resulta claro que las bajas calidades detectadas en el agua durante muchos fenómenos de crecidas y fuertes lluvias se deben a la remoción de contaminantes depositados sobre el suelo previamente y que se movilizan precisamente durante estos cortos períodos de tiempo provocando puntas de polución e importantes episodios de contaminación.

La limitación de la contaminación difusa sólo puede lograrse mediante medidas preventivas tales como la limitación de la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, la limitación en la aplicación de estiércol, y la ordenación de los vertederos en aquellas zonas que presenten un potencial importante de contaminación difusa. De este tipo son las medidas que propone la Directiva 91/676, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícola, que fue transpuesta por Real Decreto 261/1996 de 16 de Febrero.

Asimismo, puede resultar necesario declarar áreas de protección en zonas vertientes a los embalses, de forma que se impida, además de la eutrofización, la posibilidad de episodios de contaminación microbiológica que no han podido detenerse con los tratamientos convencionales previstos para aguas de calidad A2 y A3. Es el

caso, por ejemplo, de los protozoos *Giardia* y *Cryptosporidium* debidos a los arrastres de excrementos en zonas de pasto de ganado vacuno (Torobin, 1998).

3.2.4.4. Contaminación térmica

La *contaminación térmica* hace referencia a los cambios excesivos en la temperatura de medios acuáticos, debidos a la actividad humana, que modifican en el agua algunas reacciones bioquímicas y ocasionan cambios físicos o químicos.

La mayoría de los vertidos térmicos los originan las centrales térmicas, pero también pueden ocasionarlos los sistemas de aire acondicionado y refrigeración, industrias papeleras, siderúrgicas, del caucho, petroquímicas, plantas de licuefacción de gases y desaladoras de agua del mar. El calor desprendido es función del rendimiento térmico (en las centrales nucleares un 33% y en las de carbón, fuel, etc. un 40%). Más del 60% del calor producido es liberado al ambiente. El proceso de refrigeración emplea gran volumen de agua, que es vertida después a temperaturas superiores a las de toma. Bastantes centrales toman y vierten en el mar, pero muchas otras usan aguas continentales. En circuito abierto vierten directamente a un ecosistema acuático, y requieren caudales importantes; en circuito cerrado el agua es enfriada en torres de refrigeración, balsas, etc. y reutilizada en el proceso.

Los vertidos térmicos alteran en el agua la viscosidad, la tasa de evaporación, el punto de saturación de sólidos y gases disueltos, etc. afectando al metabolismo, crecimiento y reproducción de las comunidades bióticas y cambiando la dominancia hacia especies más termófilas. En macroinvertebrados y peces aumenta su crecimiento, pero también sus necesidades nutricionales, condicionando la supervivencia y la migración de especies.

En España, a partir de finales de los años cincuenta, se han ido construyendo numerosas centrales térmicas convencionales y nucleares, tal y como se muestra en el mapa adjunto (fig. 188).

El RDPH establece un incremento térmico máximo de 3 °C en los ríos, y una temperatura máxima de 30 °C del vertido en lagos o embalses. El RAPAPH lo fija en 1,5 °C en aguas salmonícolas, y en 3 °C en aguas ciprinícolas, con valores máximos de 21,5 °C y 28 °C, respectivamente. Añade que los Planes Hidrológicos marcarán objetivos de calidad no menos estrictos. En la tramitación de concesiones para refrigeración, si la potencia excede de 300 MW es preceptiva la evaluación de impacto ambiental.

Las centrales térmicas españolas que usan aguas continentales presentan una problemática muy variable, aunque con carácter general no suelen superar los límites antes mencionados debido a la instalación de torres de refrigeración (casos, p.e., de Zorita y Ascó). Algunas excepciones son la central de Aceca, con caudales altos de vertido a un medio ya muy alterado, o en menor medida, las de Garoña, Ascó y Puentes de García Rodríguez, porque vierten en masas de agua importantes, o mantienen caudales efluentes algo inferiores.

3.2.4.5. Contaminación por sustancias tóxicas y peligrosas

Este tipo de contaminación tiene un tratamiento específico en la normativa comunitaria por medio de la Directiva 76/464/CEE, relativa a la contaminación del agua por sustancias tóxicas y peligrosas en cuyos anejos se enumeran las sustancias, de origen eminentemente industrial y agrícola (fitosanitarios), que son consideradas altamente peligrosas en virtud de su bioacumulación, persistencia y toxicidad.

Esta Directiva define dos listas, Lista I de sustancias sobre las que se deben tomar medidas para eliminar su presencia en las aguas, y Lista II de sustancias cuya contaminación en las aguas se debe reducir. Dentro de esta Lista II se incluyen todas las sustancias que, perteneciendo a las categorías de sustancias contempladas en la Lista I, no tengan determinados los límites de emisión y objetivos de calidad.

En desarrollo de la mencionada Directiva, han sido publicadas un total de siete Directivas que especifican los objetivos de calidad y las normas de emisión, para tan solo 17 sustancias de entre todas las susceptibles de ser incluidas en la Lista I.

La Directiva 82/176/CEE fija estos valores para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos y la 84/156/CEE para el resto de instalaciones de tratamiento de mercurio; la 83/513/CEE para los vertidos de cadmio; la 84/491/CEE para los vertidos de hexaclorociclohexano; la 86/280/CEE para el DDT, pentaclorofenol y tetracloruro de carbono, la 88/347/CEE fija los valores para los vertidos de aldrin, dieldrin, isodrin, hexaclobenceno, hexaclorobutadieno y cloroformo y la 90/415/CEE los vertidos de 1,2 dicloroetano, tricloroetileno, tetracloroetileno y triclorobenceno.

Por otra parte, la legislación comunitaria obliga a que cada Estado miembro establezca unos programas de actuación para reducir la contaminación de sus aguas por sustancias de la Lista II y de aquellas sustancias de Lista I que no posean directivas específicas de desarrollo. Estos programas deben incluir los controles y limitaciones mediante normas de emisión de los mencionados vertidos, así como los objetivos de calidad para las aguas receptoras, pudiendo incluir así mismo disposiciones específicas relativas a la composición y el empleo de sustancias que tengan en cuenta los progresos técnicos más recientes económicamente viables.

En este sentido, en España se están llevando a cabo esfuerzos tanto para tener un mayor conocimiento de la problemática de nuestras aguas asociada a estas sustancias, mediante su vigilancia y control, como para desarrollar los Programas de Actuación tendentes a reducir la contaminación producida por estas sustancias, tal como obliga el artículo 7 de la Directiva.

Así, se están actualizando los inventarios de vertidos de estas sustancias y estableciendo redes de control de agua, sedimentos y biota en varias cuencas hidrográficas.

En cuanto a los Programas de reducción, las actuaciones se están desarrollando a dos niveles, por una parte se están realizando los Programas de Actuación en industrias para eliminar y reducir la contaminación producida por estas sustancias tanto en aguas superficiales como subterráneas, y por otra parte se están haciendo esfuerzos para llegar a programas sectoriales de reducción de la contaminación y regularización de vertidos.

En este sentido se están haciendo negociaciones para elaborar Planes Sectoriales de Regularización de Vertido (contemplados en el R.D. 484/95) estableciendo valores límite de emisión homogéneos para los vertidos del sector del papel, pasta y cartón.

No obstante, la Directiva 76/464 tiende a desaparecer con la aprobación de la actual Directiva Marco, que establece en su artículo 21 que la Comisión debe definir una lista de sustancias prioritarias en sustitución de las actuales Lista I y II.

Están en marcha los trabajos para definir esta Lista de sustancias prioritarias que va a ser común para todos los países de la Unión Europea.

3.2.4.6. Vertederos de residuos sólidos

La contaminación de los recursos hídricos, subterráneos o superficiales, por medio de vertidos al suelo, queda regulada por la Ley de Aguas en el artículo 84b, en el que se impone como objetivo de la protección del Dominio Público Hidráulico *impedir la acumulación de compuestos tóxicos y peligrosos en el subsuelo, capaces de contaminar las aguas subterráneas*; en el artículo 89.b, por el que se prohíbe, con carácter general, *acumular residuos sólidos, escombros o sustancias, cualquiera que sea su naturaleza y el lugar en que se depositen, que constituyan o puedan constituir un peligro de contaminación de las aguas o de degradación de su entorno*; y en los artículos 40.g y 40.i en los que se definen los contenidos de los Planes Hidrológicos de cuenca y se obliga a que contengan los perímetros de protección y las medidas para la conservación y la recuperación del recurso y el entorno afectado, así como las directrices para la protección de los acuíferos.

El ordenamiento jurídico español aborda separadamente los residuos sólidos de origen urbano (Ley 42/1975 de 19 de Noviembre y Real Decreto Legislativo 1.163/1986) y los que son productos de la actividad industrial y tienen la consideración de peligrosos (Ley 20/1986 de 14 de Mayo, Reglamento R.D. 833/1988 de 20 de Julio). Sea cual fuere su origen, los residuos sólidos, a menos que sean adecuadamente recogidos, tratados y eliminados, pueden dar lugar a serios problemas sanitarios y ambientales (contaminación de aire, agua y suelo) así como a elevados costes económicos y sociales (MIMAM [1998d]; CEDEX [1998e]).

Se ha comprobado que aproximadamente la mitad de los residuos urbanos se componen de materia orgánica y que aproximadamente el 20% de los mismos lo constituye papel y cartón. España genera un promedio de 1 kg de residuos sólidos urbanos por persona y día. En lo que se refiere al tratamiento, aproximadamente el 14% se emplea como compost, el 64% se deposita en vertederos controlados y el 18% lo constituyen vertidos incontrolados.

Existe una gran cantidad de residuos sólidos urbanos que son depositados sobre el terreno sin ningún tipo de tratamiento y de manera incontrolada, lo que representa un peligro grave de contaminación en los suelos y acuíferos en los que exista un cierto grado de vulnerabilidad. Aproximadamente, el 28% del territorio presenta un alto riesgo frente a la contaminación derivada del vertido de residuos sólidos, en particular más de la tercera parte de la superficie de Aragón, Baleares, Valencia y Madrid poseen estas características. Se supera el 30% en las cuencas del Júcar, Segura, Ebro y Sur, Islas Baleares (84%) e Islas Canarias. Hay que resaltar que en la actualidad se está acometiendo el sellado sistemático de vertederos en varias Comunidades Autónomas.

En relación con los residuos tóxicos y peligrosos, la aplicación de la Ley 20/1986, de 14 de Mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos, excluye de su ámbito de aplicación “los efluentes cuyo vertido al alcantarillado, a los cursos de agua o al mar esté regulado por la normativa vigente”, pero impone que en las operaciones de gestión de los residuos se evite trasladar la contaminación o el deterioro ambiental a otro medio receptor, lo cual es aplicable a los vertederos o depósitos que contengan residuos catalogados como tales.

Las industrias que producen residuos tóxicos y peligrosos son muy variadas, pero puede asegurarse que entre la industria química (33%), la fabricación de automóviles (11%), la fabricación de productos metálicos (10%), la industria de la alimentación (8%) y la industria papelera (8%) suman más del 70% de la producción total.

El Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados (1995-2005), aprobado por el Consejo de Ministros el 17 de febrero de 1995 (MOPTMA, 1995b) destaca la importancia que adquiere la existencia de *4.532 emplazamientos identificados como potencialmente contaminados por el tipo, concentración de contaminantes y potencial de dispersión de los mismos, el sistema biofísico y antrópico en el que se encuentran y por la vulnerabilidad que presentan estos medios*.

De los 259 emplazamientos que han sido caracterizados y estudiados con mayor profundidad en una primera fase (en una segunda fase se han caracterizado otros 120 emplazamientos) se desprende que el *riesgo de contaminación de las aguas subterráneas es alto en el 60% de los emplazamientos, ya que se sitúan en terrenos de permeabilidad media o alta* y figuran contaminantes con elevado grado de toxicidad, tales como metales pesados (arsénico y mercurio), aceites minerales, hidrocarburos, fenoles, lindano, DDT (Diclorodifenilo de Tricloroetano, pesticida muy utilizado en el pasado y hoy prohibido en gran número de países por su gran toxicidad), PCB (Bifenilos

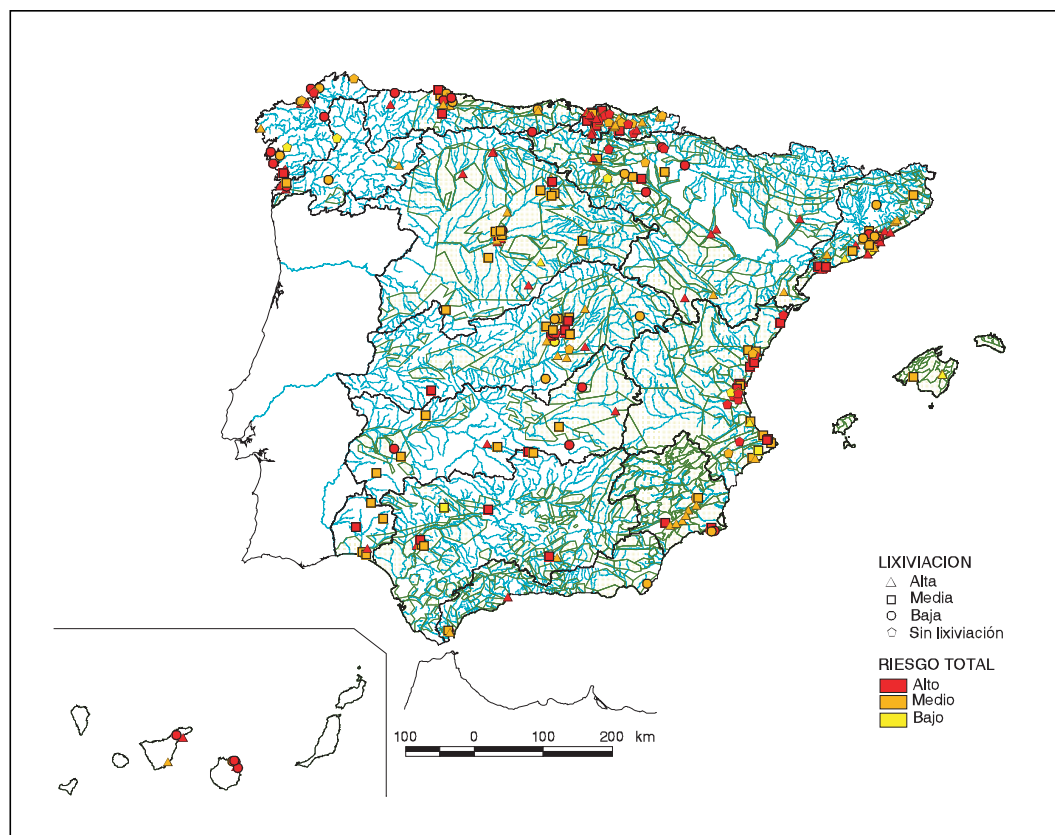


Figura 189. Mapa de suelos contaminados por sustancias tóxicas y peligrosas de mayor riesgo

Policlorados, familia de compuestos muy tóxicos, persistentes y poco degradables, que entran en la formulación de pesticidas, pinturas, tintas, etc. y que han constituido un componente importante de los transformadores eléctricos), etc. El posible grado de afección a las aguas superficiales también *puede estimarse igualmente alto ya que casi el 50% de los mismos se encuentran a menos de 50 metros del cauce.*

Hay que destacar que 61 de estos emplazamientos *se consideran de prioridad alta por la grave afección a las aguas subterráneas, su inminente reclasificación urbanística, la especial peligrosidad de los contaminantes presentes en ellos, su proximidad a cascos urbanos o por tratarse de zonas de Dominio Público Hidráulico o de servidumbre hidráulica.* Estos emplazamientos de mayor riesgo afectan a unos 38 millones de m³ de suelo y a unos 9 hm³ de aguas subterráneas.

El mapa de la figura 189 muestra, junto con las unidades hidrogeológicas, los suelos contaminados por sustancias de mayor riesgo, según el citado Plan.

3.2.4.7. Contaminación radiológica

La presencia de radionucleidos en el agua puede tener un origen natural o artificial. En el primer grupo se engloba la radiación procedente del espacio exterior, radiación cósmica, y la radiación procedente de ele-

mentos radiactivos naturales presentes en el suelo y en las rocas, asociadas sobre todo a formaciones graníticas y a las formaciones sedimentarias a las que las mismas dan lugar. El proyecto MARNA (Mapa de Radiación Natural de España, proyecto de I+D desarrollado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y la Empresa Nacional de Uranio S.A. (ENUSA)) tiene como objetivo elaborar un mapa de radiactividad natural de la España peninsular con los datos de más de 30 años de campañas de muestreo en las que se midió la radiación gamma, la cual ofrece valores comprendidos entre 1 mR/h y 30 mR/h, siendo la media del territorio nacional de unos 9 mR/h. Dentro del segundo grupo, la posible radiación artificial inducida en el agua puede proceder de las centrales nucleares, la minería de uranio, el almacenamiento de residuos nucleares, las aplicaciones médicas y las aplicaciones industriales.

La evaluación de la posible contaminación radiactiva de las aguas adquiere una gran importancia ya que puede influir tanto en las funciones ecológicas del medio receptor como en la salud de aquellas personas que se encuentren expuestas a esta fuente potencial de radiación. La presencia efectiva de radioisótopos en el agua depende no sólo de las fuentes naturales o artificiales de posible emisión, sino también de una serie de características del medio físico y biológico, de tal modo que una parte no despreciable de la contaminación radiactiva se acumula en las cadenas tróficas y en

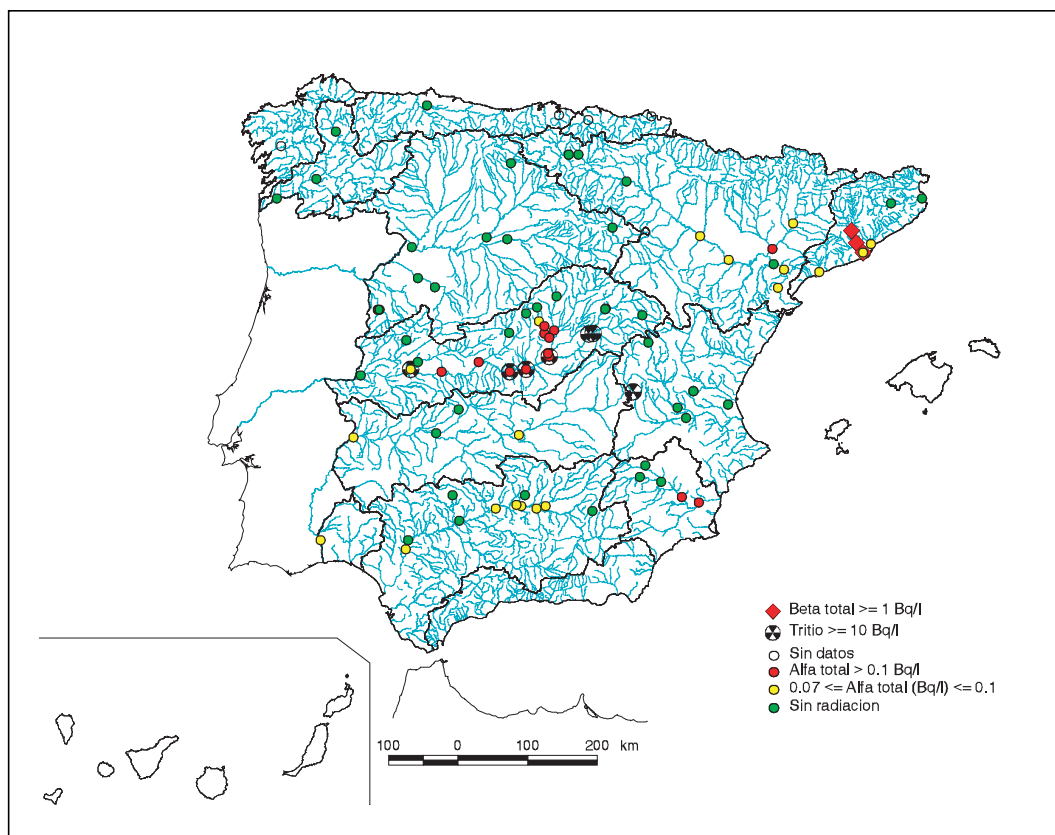


Figura 190. Mapa de situación radiológica de las aguas

los sedimentos. Por ello, la correcta caracterización de esta peculiar forma de contaminación no sólo queda determinada por los análisis en el agua sino que debe ser complementada con el estudio de la fauna y de la flora acuática (bioindicadores) y de los sedimentos fluviales, y así se hace, en efecto, en los entornos de todas las instalaciones nucleares, en los que se vigila sistemáticamente el agua, los sedimentos de fondo, los sedimentos de orilla, peces, organismos indicadores, etc.

La normativa sobre contaminación radiológica del agua en España se encuentra contenida, principalmente, en la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el Abastecimiento y Control de la Calidad de las Aguas Potables de Consumo Humano (RD 1138/1990), en la que se fijan, en su anexo G, unos índices de actividad alfa global de 0,1 Bq/l (el Becquerel Bq es la unidad de actividad en el sistema internacional), y de actividad beta global de 1,0 Bq/l, que no deberían sobrepasarse.

Asimismo la Guía de Seguridad 7.7 (Rev.1) del CSN establece que para el caso específico del Tritio, el valor de concentración de actividad correspondiente al nivel de investigación (situación en que la ingestión continuada de agua de bebida pudiera dar lugar a una dosis igual o superior a 0,05 mSv/año, debiéndose proceder a la investigación del origen de los radioisótopos presentes en el agua) es de 4.000 Bq/l.

Por otra parte, la nueva directiva de agua potable 98/83 CE incluye la radioactividad dentro de los

parámetros indicadores, proponiéndose como parámetro indicador 100 Bq/l de H-3.

Debe indicarse que estas normas (RD1138/1990 y Guía 7.7) sólo son aplicables a las aguas potables, y no, en consecuencia, a las naturales superficiales o subterráneas previamente a su proceso de potabilización.

Hecha esta salvedad, de las muestras tomadas en la Red Nacional de Vigilancia Radiológica desde el año 1978, en sus aproximadamente 100 puntos de muestreo, se pueden resumir las siguientes conclusiones, que reflejan las características geográficas y edafológicas de los suelos por donde discurren las aguas y la influencia de los vertidos urbanos e instalaciones nucleares (ver figura 190).

En la cuenca del Duero existen dos instalaciones nucleares con vertidos radiológicos, la fábrica de Juzbado, en el río Tormes, y las minas de uranio de Saelices, en el río Águeda. Los niveles de radiactividad detectados en Vega de Terrón, frontera con Portugal, indican que la influencia de dichas instalaciones no es significativa.

En la cuenca del Tago existen tres instalaciones nucleares, las centrales de Trillo, Zorita y Almaraz, además de los aportes radiológicos urbanos de Madrid, causantes en su conjunto de apreciables concentraciones de tritio (la Guía de Seguridad nº.77 Rev.1, sobre Control Radiológico del Agua de Bebida, establece

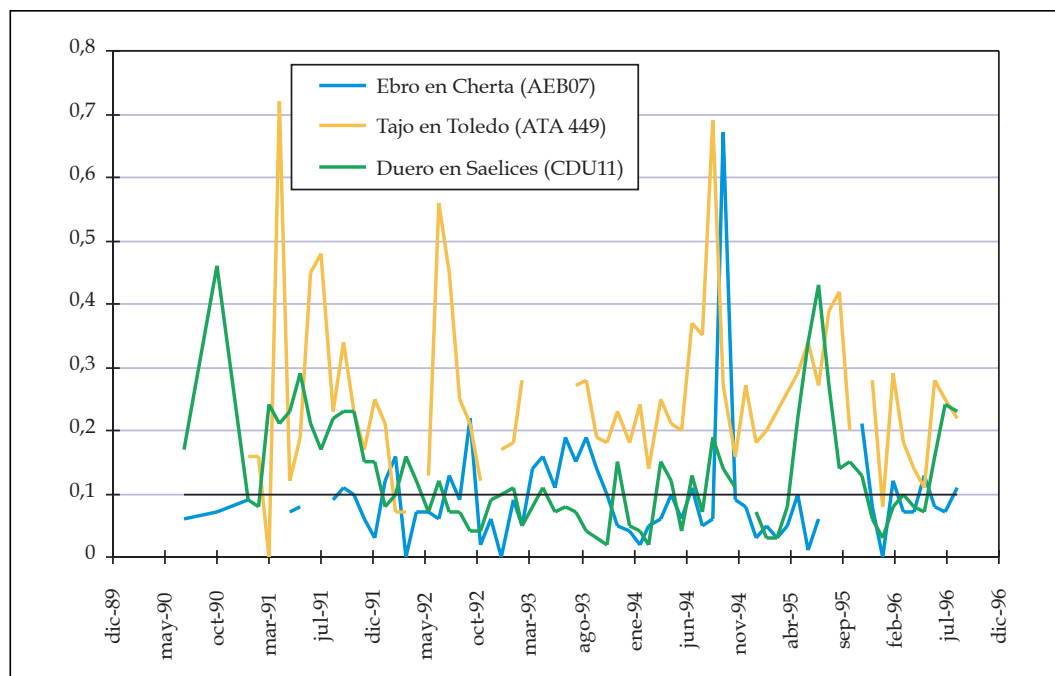


Figura 191. Actividad alfa total en algunos puntos de las cuencas del Tajo, Duero y Ebro

que para el caso específico del tritio, radionucleido de muy baja toxicidad, el valor de concentración de actividad correspondiente al nivel de investigación es de 4.000 Bq/l). Se observa también una actividad alfa global superior a 0,1 Bq/l en el tramo entre Aranjuez y Valdecañas, cuyo origen se encuentra en los uranios naturales erosionados en los terrenos de la cuenca de recepción y en los vertidos urbanos.

Parece advertirse la influencia radiológica de la central de Trillo sobre las aguas del trasvase Tajo-Segura, y en el embalse de Alarcón se obtienen los valores medios de tritio en torno a los 15 Bq/l, que descienden a 8 Bq/l antes de su confluencia con el río Mundo.

Finalmente, en el río Llobregat los índices de actividad beta total presentan unos valores altos debido a las aportaciones de sal a su paso por la cuenca minera de la zona.

La figura 191 muestra la evolución desde el año 90 de la actividad alfa total en algunos de los puntos mencionados, pudiendo apreciarse la ausencia de tendencias crecientes ni decrecientes claramente identificables.

Es interesante constatar que en los últimos 20 años de funcionamiento de la Red Nacional de Vigilancia Radiológica nunca se han detectado isótopos artificiales emisores gamma por encima de sus correspondientes límites inferiores de detección.

Hay que indicar asimismo que las concentraciones radiactivas detectadas sólo podrían suponer un riesgo

para la salud, derivado de su consumo, si efectivamente tales aguas fueran utilizadas como aguas potables en algún abastecimiento urbano. En general, no son utilizadas con este fin en los tramos estudiados y, por otra parte, los análisis efectuados se han realizado directamente en los cauces fluviales, y no en las aguas que finalmente llegan a los hogares, ya potabilizadas, cuya analítica y competencia corresponde a las Comunidades Autónomas.

También convendría precisar un punto de gran interés a la hora de valorar los datos anteriores. El riesgo para la salud puede diagnosticarse cuando se encuentra “asociado a un potencial de dosis equivalente efectiva comprometida de 1 mSv/año” (el Sievert Sv es la unidad de dosis equivalente en el sistema internacional). Es decir, la gravedad de la exposición depende no sólo de la magnitud de la dosis sino también del tiempo de exposición.

El CSN recomienda que sólo en los casos en los que se supere la dosis antes mencionada los poderes públicos deberán actuar en consecuencia (Nivel de actuación). Como bien advierte el CSN, el riesgo para la salud derivado de la ingesta de agua en la que se ha detectado cierta radiactividad no supone por sí sola riesgo para la salud, incluso si se han superado los valores de emisiones alfa y beta que recomienda la Reglamentación Técnica Sanitaria. En estos casos habría que estudiar detenidamente las muestras de agua y analizar y comprobar que el conjunto de ciertos isótopos radiactivos supera unas determinadas cantidades prefijadas (CSN, 1994).

3.2.5. La Contaminación de masas de agua

3.2.5.1. Introducción

La contaminación de las masas de agua continentales (embalses, lagos y lagunas) tiene dos fuentes principales. Por un lado, la descarga de las aguas residuales urbanas y agrícolas, y por otro la de los vertidos industriales.

La primera de las fuentes es, básicamente, de tipo orgánico, y su tratamiento es relativamente fácil por ser biodegradable en plazo breve, aunque la masiva utilización de detergentes complica mucho los procesos de tratamiento. La segunda fuente de contaminación está constituida en gran proporción por productos químicos, muchos de ellos tóxicos, como fenoles, dioxinas, metales pesados, además de hidrocarburos, sustancias radiactivas, etc., más difíciles de degradar que los contenidos en las aguas residuales urbanas.

El conocimiento del nivel de contaminación de estas masas de agua es relativamente aceptable, aunque existen algunos problemas puntuales mal conocidos, y con datos no actualizados.

A continuación se describe con mayor detalle el problema concreto de la eutrofización de lagos y embalses.

3.2.5.2. Eutrofización de lagos y embalses

La *eutrofización* es un proceso complejo de fertilización de las aguas naturales con sustancias nutritivas, especialmente nitrógeno y fósforo, en forma asimilable por la vegetación acuática, que origina un aumento de la población de algas, un incremento de la productividad en todos los niveles de la cadena alimentaria y un empeoramiento de las características físico-químicas iniciales del agua. Aunque puede darse de forma natural, suelen ser las actividades humanas las principales causantes de este fenómeno.

Los lagos y embalses se suelen clasificar en *eutróficos*, *mesotróficos* y *oligotróficos*, de acuerdo con la

capacidad de los mismos para producir una biomasa vegetal más o menos abundante.

Los eutróficos se caracterizan por tener una elevada productividad primaria y una gran concentración de nutrientes. Por regla general, son poco profundos, turbios en verano por efecto del fitoplancton, y con bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el fondo con tendencia a la anoxia durante el periodo de estratificación.

Los oligotróficos tienen un contenido bajo en nutrientes, son poco productivos, transparentes, profundos y con una elevada concentración de oxígeno disuelto en el hipolimnion.

Los mesotróficos ocupan una posición intermedia entre ambos.

De acuerdo con los criterios de la OCDE (1982) pueden introducirse dos nuevas categorías tróficas: ultraoligotrófico e hipereutrófico, tal y como muestra la tabla 56.

En España, el problema de la eutrofización en embalses ha sido más estudiado, sobre todo en lo que a número se refiere, que la de lagos y lagunas (Margalef et al, 1976).

Para la determinación del grado trófico de los embalses españoles se ha recogido información de los reconocimientos limnológicos efectuados por el CEDEX para la DGOHCA (1990-1997), y la información obtenida a partir de las imágenes del sensor Thematic Mapper del satélite Landsat-5 en los trabajos sobre teledetección en las cuencas del Ebro (1990), Gadiana (1991), Tajo (1992) y Duero (1992), también realizados por el CEDEX para la DGOHCA. Asimismo, con objeto de actualizar la información existente sobre eutrofización, se ha completado con la procedente de Confederaciones Hidrográficas, Diputación Foral de Guipuzcoa, Mancomunidad de Aguas de Añarbe, Consorcio de Aguas de Bilbao, empresas municipales y Universidades.

Categoría trófica	Clorofila media	Clorofila máxima	Fósforo total	Media de Secchi	Mínimo de Secchi
Ultraoligotrófico	< 1,0	< 2,5	< 4,0	> 12,0	> 6,0
Oligotrófico	< 2,5	< 8,0	< 10,0	> 6,0	> 3,0
Mesotrófico	2,5 - 8	8 - 25	10 - 35	6 - 3	3 - 1,5
Eutrófico	8 - 25	25 - 75	35 - 100	3 - 1,5	1,5 - 0,7
Hipereutrófico	> 25	> 75	> 100	< 1,5	< 0,7

Cl. media = media anual de la concentración de clorofila *a* en aguas superficiales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Cl. máxima = pico anual de la concentración de clorofila *a* en aguas superficiales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Fósforo total = media anual de concentración de fósforo total en el agua ($\mu\text{g}/\text{l}$)

Media de Secchi = media anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m)

Mínimo de Secchi = mínimo anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m)

Tabla 56. Valores límites para un sistema de clasificación trófica

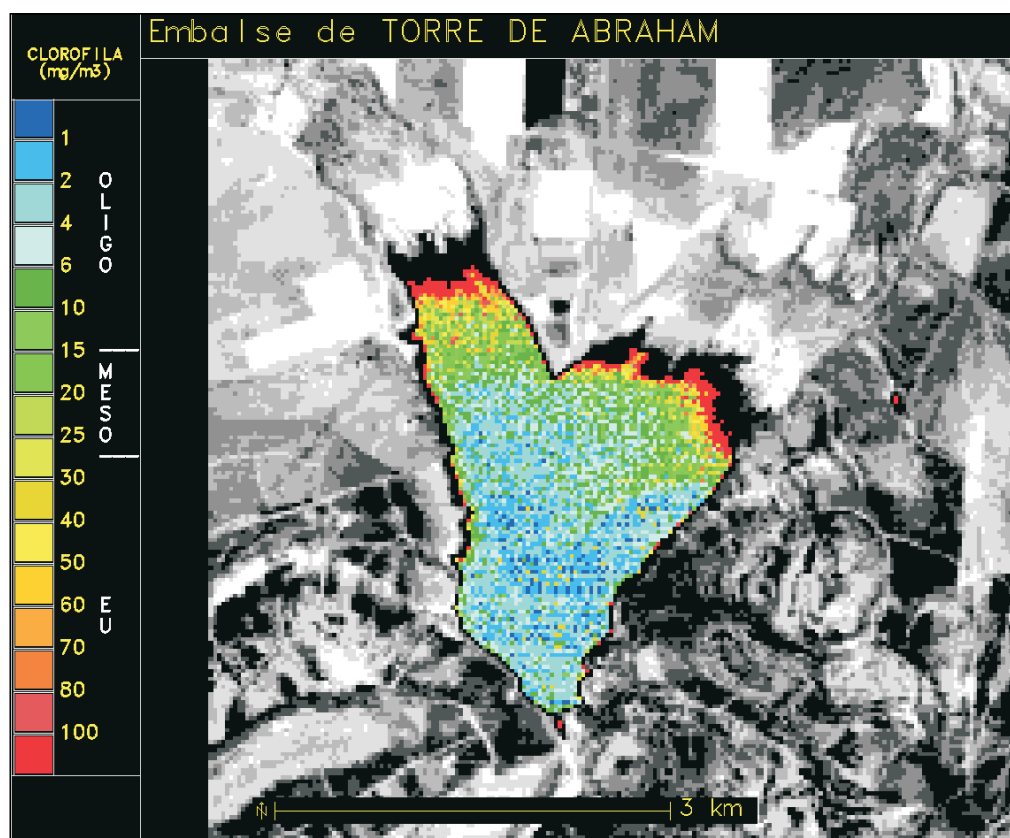


Figura 192. Imagen del grado trófico del embalse de Torre de Abraham en la cuenca del Guadiana obtenida mediante teledetección.

En la figura 192 se muestra una de las imágenes citadas, correspondiente a la cuenca vertiente al embalse de Torre de Abraham en la cuenca del Guadiana.

El volumen total de embalse del que se ha recabado información asciende a 49.684 hm³, lo que representa más del 90% del total existente, por lo que cabe considerarlo como totalmente representativo.

En la figura 193 se representan las proporciones de los volúmenes de agua degradados (eutróficos o hipereutróficos) respecto a los volúmenes totales existentes en cada ámbito de planificación, y el porcentaje medio global (casi un 50%), en el supuesto de que el estado trófico se mantuviera a máximo embalse.

Como puede verse, las cuencas que presentan las aguas almacenadas en los embalses en peor estado son

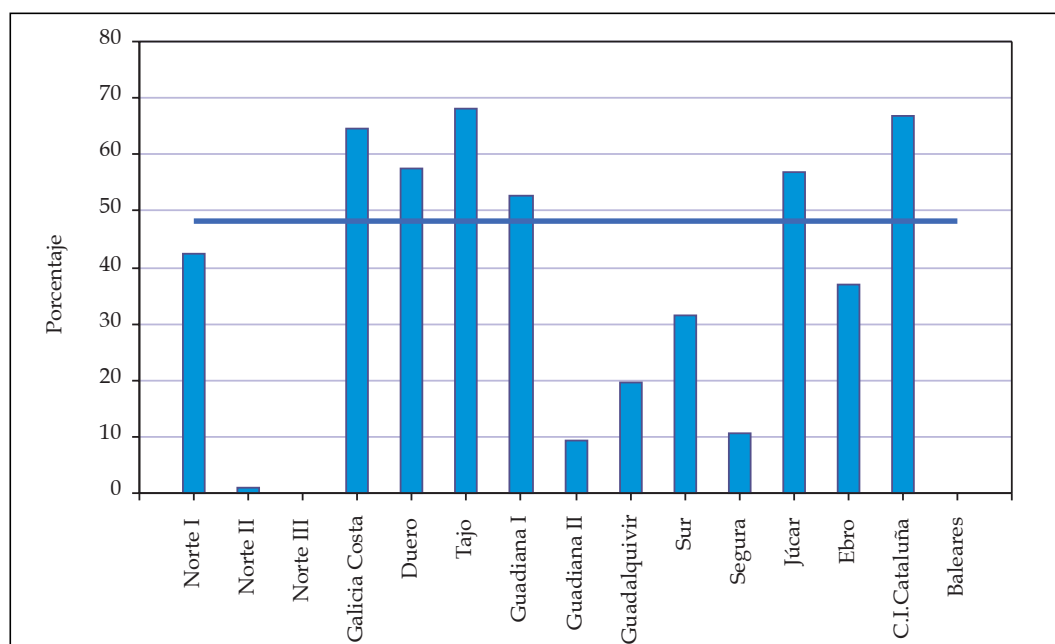


Figura 193. Volumen degradado con respecto a la capacidad total de embalse por ámbitos de planificación

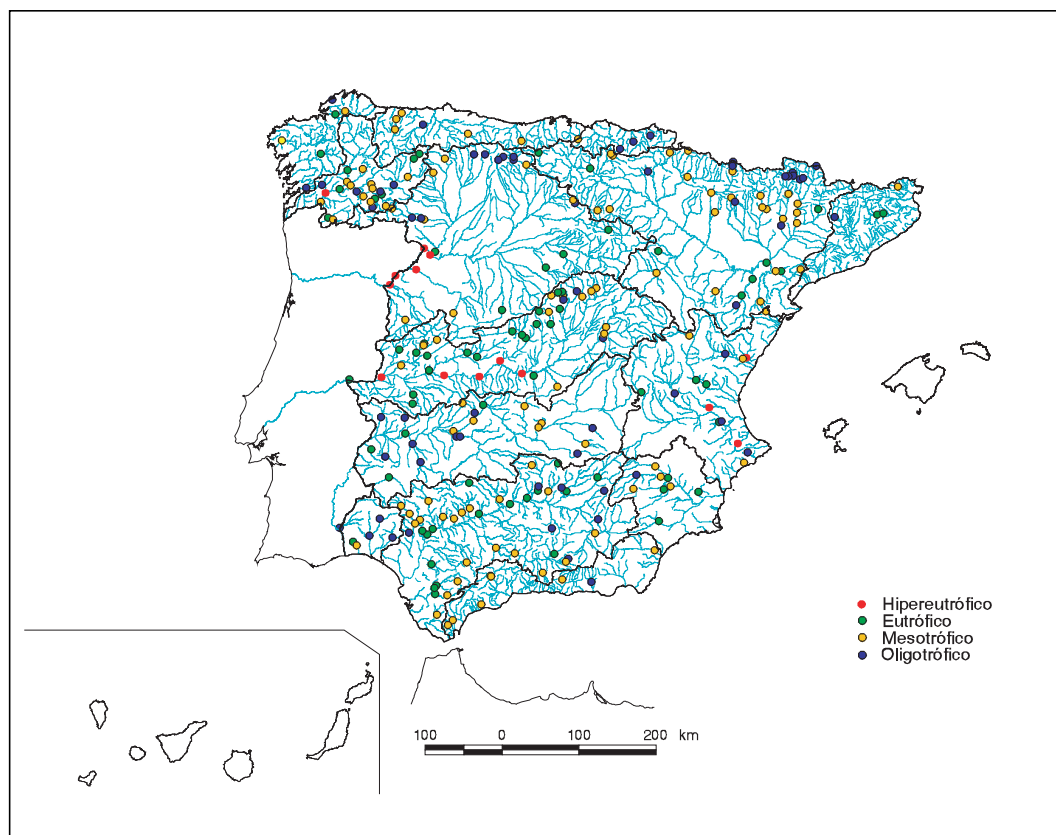


Figura 194. Mapa del estado trófico de los embalses mayores de 10 hm³

las del Tajo (68%), Internas de Cataluña (67%), Galicia Costa (64%) y Duero (57%), lo que lleva a que casi la mitad (el 48 %) del volumen total de los embalses españoles se encuentre en un estado avanzado de eutrofización.

Aunque la cifra del 48% del volumen embalsado pueda en principio parecer elevada, no lo es tanto en realidad ya que la consideración del agua eutrófica como mala o la de oligotrófica como buena depende del uso que se haga de ella y, por tanto, los objetivos de calidad deberán establecerse en función de la finalidad a que se destine el agua. Así, un embalse para abastecimiento debería tener una calidad tal que pudiera tratarse con métodos convencionales de bajo coste, y del volumen total del agua degradada solamente se emplea un 14 % para abastecimiento.

En el mapa de la figura 194 se representa el grado trófico actual de los embalses mayores de 10 hm³. Se observa que los embalses más eutróficos están situados en los tramos bajos de los ríos principales, después de su paso por las grandes áreas urbanas. Otros están dominados por cuencas con población, agricultura y ganadería importantes. Los oligotróficos, por el contrario, se sitúan principalmente en las cabeceras de los ríos, en zonas despobladas, frías y cubiertas de una vegetación densa.

3.2.6. La contaminación de las aguas subterráneas

La calidad natural de las aguas subterráneas, entendiendo como tal su composición original, es producto de la interacción del agua de infiltración y los materiales con los que entra en contacto durante el ciclo hidrológico. Determinados factores externos, principalmente de origen antrópico, pueden provocar alteraciones en dicha composición al introducir sustancias ajenas susceptibles de modificar su naturaleza original.

Las aguas de mejor calidad química son las procedentes de las formaciones carbonatadas. En general, son aptas para todos los usos, con bajos contenidos salinos y suelen presentar mineralizaciones ligeras o medias. Este tipo de aguas predominan en la cuencas del Norte, en las unidades de cabecera y borde septentrional de la cuenca del Duero, bordes de la Sierra del Guadarrama, en el Tajo, cuenca alta del Guadiana, unidades carbonatadas del Guadalquivir y Sur, sistemas interiores del Júcar, Ebro y Cuencas Internas de Cataluña.

La variabilidad litológica de las formaciones detríticas da lugar a una amplia diversidad de tipos, desde aguas poco mineralizadas de buena calidad hasta aguas salinas, de deficiente calificación para ciertos usos. El desarrollo antrópico sobre estos acuíferos hace que en ellos sean más frecuentes los procesos de contaminación. Los

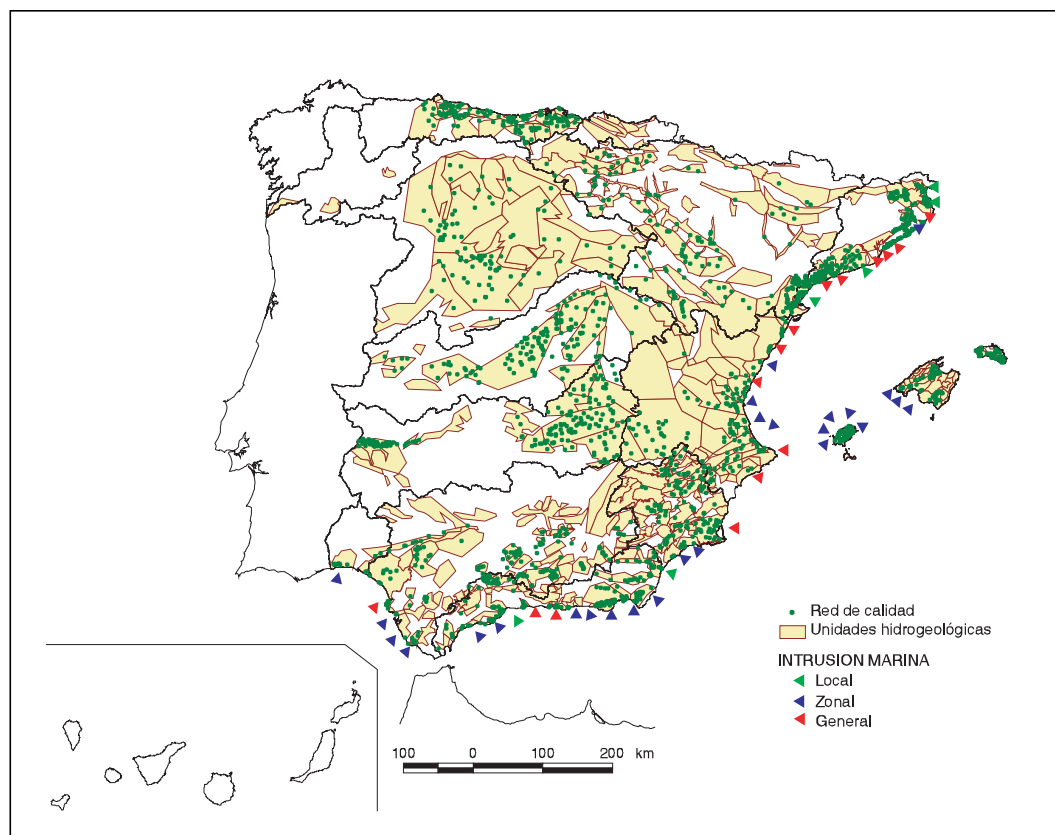


Figura 195. Mapa de la Red de control de la calidad de las aguas subterráneas y acuíferos que presentan intrusión marina

problemas de calidad más habituales en las aguas subterráneas son la presencia de elevadas concentraciones de compuestos nitrogenados en las áreas de desarrollo agrícola y de cloruros y sodio, asociados a la intrusión marina en los acuíferos costeros (fig. 195).

Los mecanismos por los que un agente contaminante puede alcanzar un acuífero y propagarse en él son múltiples y en ocasiones muy complejos. La contaminación de un acuífero desde la superficie del terreno se puede deber a los residuos sólidos o líquidos vertidos en cauces secos, a la existencia de vertederos incontrolados o a la acumulación de sustancias contaminantes en superficie. Si los residuos acumulados contienen material soluble, éste será lixiviado por el agua de lluvia y se infiltrará hasta la zona saturada, incorporándose al flujo subterráneo y pudiendo llegar, eventualmente, a las captaciones de aguas.

La contaminación por actividades agrícolas se produce por la infiltración de aguas (lluvia o riego) que disuelven y arrastran abonos y pesticidas. La explotación del acuífero conlleva el riesgo de utilización de aguas contaminadas, si se realiza sin las debidas precauciones, como ocurre en la contaminación por nitratos que actualmente presentan algunas de las unidades hidrogeológicas, principalmente las situadas en el Levante español.

Las aguas residuales domésticas pueden contaminar los acuíferos en los casos de utilización de fosas sép-

ticas, reciclado de efluentes y, en general, de sistemas de tratamiento de aguas residuales que utilizan la capacidad depuradora del terreno de manera incorrecta, casi siempre por saturación de la misma. A pesar de los procesos de adsorción en el suelo y de atenuación de la contaminación que se producen en la zona no saturada, la infiltración de ciertas sustancias hasta el nivel freático puede constituir una amenaza real para las captaciones próximas (Candela y Varela, 1993).

El embalsamiento superficial y la acumulación de residuos líquidos de diversa procedencia (balsas de evaporación o de concentración, balsas de infiltración de industrias o de estabulaciones ganaderas, etc.) depositados en excavaciones naturales o artificiales, incluso los vertederos poco o nada controlados, pueden provocar la contaminación de las aguas subterráneas. Especial transcendencia reviste la situación en que el embalsamiento entra en contacto directo con la zona saturada (caso frecuente en graveras abandonadas), por cuanto el contaminante encuentra entonces una vía de acceso directo hasta el acuífero. La contaminación del acuífero manchego por los residuos de las alcoholeras ejemplifica claramente este tipo de procesos. El vertido al terreno de las vinazas residuales de las alcoholeras ha dado lugar a un doble fenómeno de contaminación subterránea: del agua, por aporte de materia orgánica, potasio y otras sales; y de la zona no saturada, por emisión de metano por degradación anaeróbica de la carga orgánica aportada.

Los pozos de inyección directa y la eliminación de aguas residuales industriales, de salmueras procedentes de actividades mineras o de agua contaminada térmicamente en procesos de calefacción o refrigeración, constituyen una amenaza muy seria, probablemente la más directa, para la calidad de las aguas subterráneas, en particular cuando los pozos y sondeos destinados a este fin no están adecuadamente diseñados, contruídos, situados o manejados.

La progresión de la intrusión salina por alteración del régimen de flujo como consecuencia del bombeo excesivo en acuíferos costeros conectados hidráulicamente con el mar, o la ubicación inadecuada de las captaciones de bombeo en este tipo de acuíferos, provoca el avance de una cuña de agua salada, tierra adentro, al disminuir el flujo de agua dulce hacia el mar, lo que provoca graves problemas de contaminación en numerosas unidades hidrogeológicas de la costa mediterránea.

3.2.6.1. Problemas de contaminación detectados

Se describen a continuación los factores, naturales o antrópicos, causantes de la alteración de la calidad de las aguas subterráneas, y los principales problemas detectados en España (v., p.e., informes ITGE; MIMAM [1996a]; MIMAM [1997a]).

3.2.6.1.1. Salinización

El incremento en el contenido salino se traduce generalmente en altas concentraciones de sulfatos y cloruros. Su origen puede ser debido a la influencia de los materiales por los que circula el agua (yesos o evaporitas), a la reutilización de aguas de riego, con sales añadidas en las actividades agrícolas a las que se suman las sales disueltas a partir del suelo, o a la intrusión marina, provocada por la invasión del agua de mar en los acuíferos costeros cuando se realizan bombeos excesivos.

El mapa adjunto muestra, sobre las unidades hidrogeológicas, la red de control de calidad de las aguas subterráneas y las zonas de riesgo de intrusión marina identificadas por el ITGE.

En el Mediterráneo oriental la intrusión marina se presenta de forma generalizada, y en algunos de sus acuíferos costeros (Plana de Vinaroz-Peñíscola y Plana de Oropesa-Torreblanca) los contenidos de cloruros superan los 500 mg/l permanentemente. Los acuíferos costeros del Sur peninsular presentan problemas localizados. En el litoral Atlántico-Sur ocurren procesos de intensa intrusión que entre los años 1990 y 1994 alcanzaron su punto de mayor intensidad.

Las zonas que presentan un mayor riesgo son aquellas en las que la salinización afecta a toda la unidad hidro-

geológica (Intrusión marina general). En otros casos la contaminación salina es meramente local y afecta a zonas concretas muy próximas a los bombeos. En un punto intermedio se sitúa la intrusión marina zonal, que afecta a superficies mayores de acuífero, en las que sin embargo existen algunas zonas poco afectadas por la salinidad del mar.

3.2.6.1.2. Contaminación por nitratos

El origen de este importante problema se atribuye a la agricultura (aplicación de fertilizantes) y a la ganadería, aunque en menor medida también los vertidos líquidos urbanos son fuente de compuestos nitrogenados, si bien sus consecuencias suelen ser más restringidas y localizadas en el entorno próximo a los puntos de vertido.

La contaminación por nitratos afecta de forma importante al litoral mediterráneo, y es especialmente acusada en el Maresme, donde se llega a superar los 500 mg/l (la Reglamentación Técnico-Sanitaria obliga a que las aguas potables no superen los 50 mg/l), y en grandes áreas de las planas costeras del Júcar (Castellón y Valencia), donde se superan 100 mg/l. Entre las unidades interiores, la Llanura Manchega, el aluvial del Ebro y algunos sectores del valle del Guadalquivir (aluviales del Guadalquivir y Guadalete) son las más afectadas, con contenidos entre 50 y 100 mg/l de nitratos. De forma local la presencia de nitratos afecta a diversas áreas de las cuencas del Duero (región central del Duero, Esla-Valderaduey y Arenales), Tajo (La Alcarria, Tiétar y Ocaña), Sur (Campo de Níjar, Dalías y Fuente Piedra), y Segura (Campo de Cartagena, Guadalentín, y Vegas del Segura).

En la figura 196 se muestran puntos de la red de control indicándose si el contenido de nitratos es mayor o menor de 50 mg/l. Como puede verse, el problema no es generalizado en todo país, pero la gravedad de la situación en algunas zonas, en las que se usan estas aguas con destino a abastecimientos, requiere de la mayor atención por parte de los usuarios y de las Administraciones públicas concurrentes.

3.2.6.1.3. Contaminación por metales pesados

Los vertidos de efluentes derivados de actividades urbanas, mineras y, fundamentalmente, industriales provocan la presencia de metales pesados en las aguas subterráneas, que en ocasiones inciden en su calidad hasta el punto de que resultan no aptas para el consumo humano.

El hierro, el manganeso y el aluminio, en particular los dos primeros, son los metales que aparecen con mayor frecuencia y en todos los ámbitos de planificación, en contenidos que exceden los límites permitidos por el Reglamento Técnico Sanitario (RTS). El origen

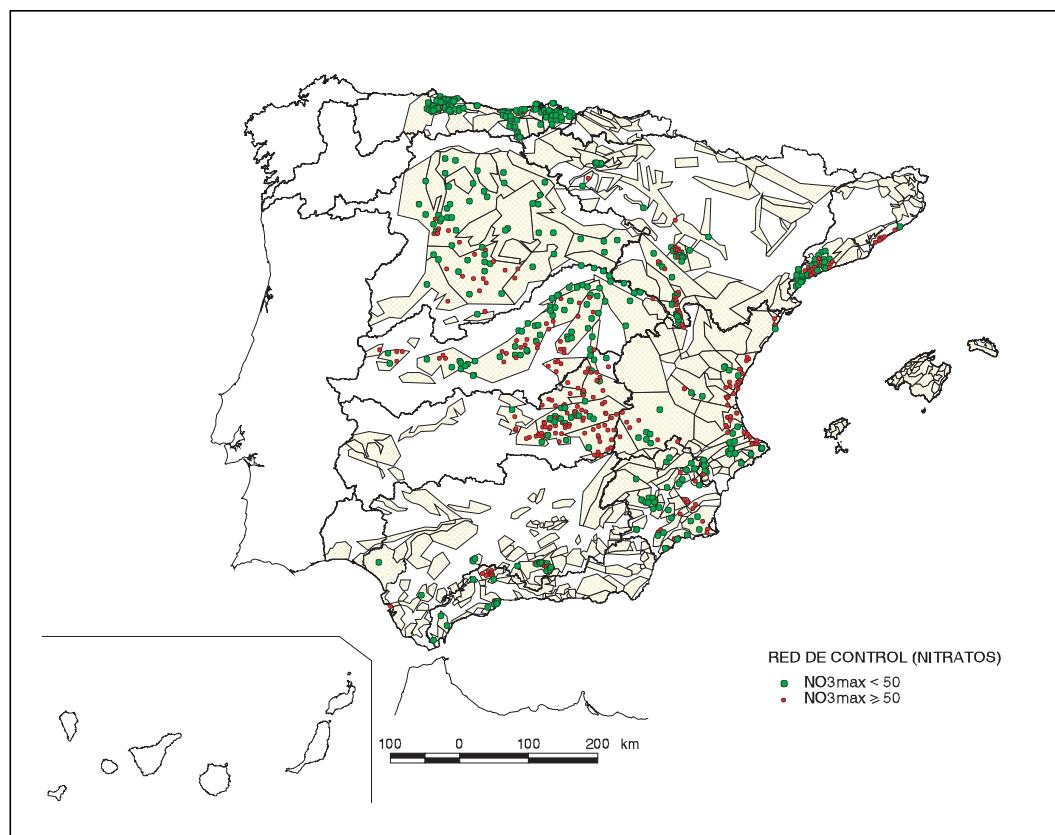


Figura 196. Mapa de puntos de la red de control con presencia de nitratos

del problema está tal vez más relacionado con un efecto litológico que con un fenómeno contaminante. También otros metales de carácter más tóxico como cadmio, plomo, cobre, zinc, selenio, arsénico y cromo se han detectado con cierta frecuencia aunque de manera muy puntual, principalmente en algunas zonas de las cuencas del Tajo, Guadalquivir, Sur, Ebro y Cuencas Internas de Cataluña.

3.2.6.1.4. Contaminación por compuestos orgánicos

La contaminación de las aguas subterráneas por compuestos orgánicos es un problema cuyo alcance todavía no es bien conocido en nuestro país. El origen de este tipo de contaminación es diverso, aunque frecuentemente está relacionado con la utilización inadecuada de productos fitosanitarios en agricultura. Cabe mencionar asimismo como fuentes contaminantes las fugas en depósitos y conducciones, la eliminación y vertido -urbano e industrial- de residuos que contienen disolventes, desengrasantes, conservantes, agentes de limpieza etc. y los vertederos de residuos sólidos.

Durante la presente década, la DGOH y la DGCA y, posteriormente, la DGOHCA, establecieron convenios de colaboración con el CEDEX para el estudio de este tipo de contaminación de las aguas subterráneas, dirigido hasta 1995 a unidades hidrogeológicas detríticas

y, más concretamente, a zonas de regadío. Los compuestos que se han detectado con mayor frecuencia en dichos estudios y en otros trabajos puntuales realizados por diversos organismos e investigadores pertenecen al grupo de organoclorados, entre los que destacan clorobencenos, cloroetanos, cloroetilenos, tetracloruro de carbono y hexaclorociclohexano.

Es destacable la presencia, aunque en contenidos bajos, de una gran variedad de compuestos no deseables en las aguas subterráneas de las cuencas del Duero y del Tajo. Conviene reseñar que en la práctica totalidad de los casos - en estos y en los restantes ámbitos de planificación que a continuación se mencionan - los pozos afectados no se destinan al abastecimiento de agua potable.

La contaminación debida a la utilización de productos fitosanitarios ha ocasionado en la cuenca del Guadiana la acumulación de aldrín, DDT, HCH y atrazina en zonas regables de la Mancha Occidental, que en ocasiones exceden los límites máximos autorizados para aguas potables.

En ocasiones, también se ha detectado la aparición de compuestos volátiles - tri y tetracloroetilenos, clorobencenos y etilbenceno - en las aguas subterráneas de la cuenca del Guadalquivir, caso de la Depresión de Granada, Almonte-Marismas y Aluvial del Barbate. En estas unidades se ha detectado asimismo contaminación procedente de derivados del petróleo. También

de forma generalizada aparecen contaminantes procedentes de almazaras, refinado y envasado de aceites, tales como ácidos grasos y sus ésteres. En la depresión de Baza están presentes, aunque en bajas concentraciones, compuestos organoclorados y organofosforados; en el aluvial del Guadalquivir se ha descrito la presencia de hexaclorociclohexano.

La presencia de compuestos orgánicos ocasiona también problemas de contaminación en numerosas unidades detríticas de la cuenca del Júcar, en las que se han detectado ciertas sustancias en contenidos superiores a los permitidos. En ocasiones el problema afecta a aguas de abastecimiento a poblaciones. En las Planas de Sagunto y Valencia Sur y el Caroch Sur el dicloroetano alcanza puntualmente contenidos muy altos, del orden de 14.000, 13.000 y 17.000 ng/l, respectivamente. En la Plana de Castellón se han identificado una serie de compuestos que sólo ligeramente y de forma puntual superan los límites máximos establecidos.

La eliminación de residuos industriales en la cuenca del Ebro ha contaminado las aguas subterráneas en la cuenca alta del Gállego, indicada por la presencia de compuestos orgánicos volátiles. En las aguas subterráneas del acuífero aluvial de Vitoria se han detectado atrazinas, lindano y otros pesticidas procedentes de prácticas agrícolas.

En razón de la toxicidad de algunos de los compuestos incluidos en este grupo de contaminantes y habida cuenta del conocimiento insuficiente del alcance del problema en España, resulta necesario continuar los trabajos actualmente en curso, estableciendo criterios de muestreo basados en las características hidrogeológicas de los acuíferos y en los usos del agua y del suelo en cada caso.

Es importante recordar que la información relativa a problemas de contaminación de las aguas subterráneas procedente de determinadas fuentes de tipo puntual es inexistente o muy dispersa y difícilmente accesible. Tal es el caso de depósitos enterrados, gasolineras, fugas de alcantarillado, vías de comunicación, etc. Aunque el elevado coste de mejorar el conocimiento sobre este tipo de problemas parece en ocasiones disuasorio, sólo con una investigación rigurosa podrá determinarse si los problemas detectados hasta la fecha son los de mayor incidencia, por su gravedad y extensión, en el deterioro de la calidad de los recursos hídricos subterráneos.

3.2.6.2. Descontaminación de acuíferos

No han sido muy numerosas las ocasiones en las que se ha intentado descontaminar un acuífero: la comple-

jidad y dificultad técnicas, y el correspondiente coste económico que estas operaciones conllevan han inducido comúnmente al abandono del recurso afectado y su sustitución por agua de otro origen.

Las actuaciones en el campo de la descontaminación de acuíferos se circunscriben en nuestro país al saneamiento de zonas donde se han producido derrames de hidrocarburos procedentes de depósitos de almacenamiento (gasolineras, etc.), sin que hasta el momento se disponga de información referente a la conclusión de ninguna de las acciones en marcha destinadas a la recuperación de acuíferos contaminados por otro tipo de compuestos.

En el momento actual, hay que resaltar la importancia que dentro de la descontaminación de acuíferos va a suponer la aplicación del Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados, adoptado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 17 de febrero 1995 (BOE de 13 de mayo 1995). En cumplimiento del Plan Nacional, y en coordinación con las CCAA, se están realizando ampliaciones regionales de dicho inventario en Andalucía, País Vasco, Cataluña, Navarra y Castilla-La Mancha. Los objetivos contemplados en el subprograma del Plan Nacional "Proyectos de Recuperación", se han materializado con la realización de cincuenta proyectos de suelos contaminados, en los que se contempla no solo el saneamiento de espacios afectados por residuos de origen industrial, sino también la de aquéllos afectados por compuestos de distinta procedencia.

En lo referente a actividades de saneamiento realizadas, cabe indicar que se encuentran en desarrollo trabajos encaminados a la descontaminación de acuíferos contaminados por compuestos tóxicos, cuya presencia ha ocasionado la imposibilidad de utilización de estos recursos de agua, localizándose algunos de éstos en los aluviales del Valle de Escombreras (Murcia), Besós (Barcelona), y del río Jarama (Madrid).

La actuación que se está llevando a cabo en el aluvial del Besós, corresponde a la descontaminación del acuífero ligado a una antigua fábrica, que tras un incendio fortuito lo contaminó por disolventes. La tecnología de saneamiento utilizada es la de oxidación-catalítica de las aguas mediante una planta móvil. Esta misma tecnología fue utilizada igualmente en una gravera del aluvial del río Jarama, que fue recinto de aguas contaminadas por aceites minerales.

3.2.6.3. Prevención de la contaminación

La conservación de la calidad de las aguas subterráneas debe regirse por el principio de *prevención*, evitan-

do que se produzca su contaminación, estableciendo los medios y normativas que limiten el vertido incontrolado, la instalación de actividades peligrosas sin las debidas medidas de seguridad, y la aplicación indiscriminada de productos agroquímicos.

Una vez que se ha contaminado un acuífero, la recuperación de su calidad, aunque es factible, es de gran complejidad técnica y supone un elevado coste. Es a estos efectos a los que las autorizaciones de vertido previstas en el RDPH establecen la obligatoriedad del titular de la actividad generadora del vertido de aportar un estudio hidrogeológico demostrando su inocuidad.

Las primeras actuaciones que se plantean para controlar la calidad de las aguas subterráneas consisten en determinar la existencia de los procesos de contaminación, su intensidad y extensión, tipo de compuestos, posibles causantes en el entorno y vulnerabilidad de los acuíferos sobre los que se asientan o van a instalarse las actividades potencialmente contaminantes.

Este planteamiento requiere mejorar los sistemas de vigilancia para el control y el seguimiento temporal de la calidad de las aguas. Ello permitirá establecer el estado de las aguas y evaluar las tendencias en función de las actividades antrópicas desarrolladas sobre los mismos. Para que tales sistemas de vigilancia sean eficaces han de cumplir al menos dos objetivos: detectar cualquier variación en la composición del agua y detectar la contaminación con tiempo suficiente para poder actuar.

En la propuesta del Plan de Acción de Aguas Subterráneas comunitario se dispone que los Estados miembros *deben determinar en qué zonas es el agua subterránea particularmente vulnerable a la contaminación, por motivos geológicos o climáticos, tipo de suelo o actividades humanas.*

En la legislación española, el Reglamento del Dominio Público Hidráulico establece que los estudios de evaluación de efectos medioambientales, en los casos de contaminación que pudieran afectar a las aguas subterráneas, incluirán la evaluación de las condiciones hidrogeológicas de la zona afectada, el eventual poder depurador del suelo y del subsuelo y los riesgos de contaminación y alteración de la calidad de las aguas subterráneas (art. 237.3).

En ambos casos, la obligación parece dirigirse a la evaluación del riesgo de contaminación más que a la determinación de la vulnerabilidad, entendida ésta como una función de las características intrínsecas del acuífero.

En cualquier caso, parece necesario realizar una zonificación o caracterización del territorio de cada ámbito de planificación mediante mapas que diferencien distintos ámbitos hidrogeológicos, en función de la importancia relativa de cada uno de los factores que, conjuntamente, determinan la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación -edafología, características de la zona no saturada, profundidad del nivel del agua, litología, régimen hidráulico del acuífero, recarga-. Dicha zonificación servirá como herramienta de ayuda en la ordenación de los vertidos potencialmente contaminantes, y podrá utilizarse asimismo en la aplicación de medidas de prevención contra la contaminación y en la elaboración de planes de ordenación del territorio.

Una vez conocidos los diferentes parámetros relativos al uso del suelo y la vulnerabilidad de los acuíferos, se pueden establecer medidas concretas. Tal es el caso del Plan Nacional de Residuos Sólidos Urbanos, y del Plan Nacional de Residuos Industriales algunos de cuyos fines consisten en la caracterización de los emplazamientos, tanto de las instalaciones como de los residuos generados y la evaluación de las afecciones hídricas, y en particular, de la incidencia que sobre las aguas subterráneas puede tener cada tipo de residuo.

La protección de las captaciones destinadas a abastecimiento urbano está contemplada en la Ley de Aguas y el RDPH, que establecen la figura del perímetro de protección. La implantación real de estos perímetros es hasta ahora muy escasa, seguramente debido a las implicaciones jurídicas y sociales sobre la ordenación del territorio y de los usos del suelo. La DGOHCA ha lanzado una iniciativa tendente a sistematizar los procedimientos a emplear en el establecimiento de esta figura normativa, y a facilitar la coordinación de competencias entre los Organismos de cuenca y las Comunidades Autónomas.

3.2.7 Los objetivos de calidad

En secciones anteriores se ha descrito el estado de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, apuntándose los rasgos básicos de su situación actual. Para mejorar esta situación actual y pasar a otra que se considera posible y deseable, el instrumento previsto por la regulación vigente es el de la fijación de objetivos de calidad, y la determinación de las políticas conducentes a la consecución a medio y largo plazo de estos objetivos.

Así, los Planes Hidrológicos de cuenca deben contener “las características básicas de calidad de las aguas y de la ordenación de los vertidos de aguas residuales” (art.

40e LA), así como los “objetivos de calidad que deban alcanzarse en cada río o tramo de río” en relación con los usos que se hayan previsto para las aguas (art. 79 RAPAPH). Es decir, la planificación hidrológica debe definir la situación de partida en la que se encuentran los ríos y los acuíferos, y la calidad que deberán poseer en un determinado horizonte temporal en relación con los usos a los que se vayan a destinar las aguas. Deben establecerse, además, “los procedimientos, líneas de actuación y características básicas de la ordenación de vertidos que se precisen para conseguir la adecuación de la calidad de las aguas a los objetivos de calidad de las mismas” (art. 80 RAPAPH).

La definición de estos objetivos de calidad se realiza, en cada caso, por la Administración competente en la materia y se recoge en cada Plan Hidrológico de cuenca. Una vez definido un uso potencial para un tramo de río o acuífero se deberán cumplir al menos las condiciones impuestas por las Directivas de la Unión Europea en lo referente a la calidad mínima exigida al agua para los usos de abastecimiento urbano, vida piscícola y baño, sin olvidar las obligaciones que sobre objetivos de calidad y control de vertidos imponen las Directivas europeas sobre normas de emisión y que explícitamente recoge el propio RAPAPH en su artículo 80.3 cuando estipula que “se preverán programas de actuación para eliminar de las aguas continentales la contaminación producida por aquellas sustancias que por su toxicidad, persistencia o bioacumulación, figuran en las relaciones I y II del anexo al Título III del Reglamento del Dominio Público Hidráulico” y que no son otras que las listas I y II de la Directiva 76/464, relativa a la contaminación por determinadas sustancias tóxicas y peligrosas.

La definición de los objetivos de calidad adquiere así una gran relevancia en el proceso planificador, ya que su misma existencia impone que se realicen determinadas acciones de depuración, prevención y gestión de la contaminación sobre el medio hídrico. Incluso la Ley de Aguas, en su artículo 105, impone el criterio con el que deberán sufragarse estas actuaciones de protección de la calidad de las aguas en relación con los objetivos de calidad, cuando establece el canon de vertido “de acuerdo con las previsiones de los Planes Hidrológicos respecto a la calidad de las aguas continentales, de modo que se cubra la financiación de las obras necesarias, incluidas en los respectivos Planes Hidrológicos de cuenca, para el cumplimiento de dichas previsiones”. Estos objetivos de calidad adquieren así el carácter de compromiso de la Administración hidráulica en relación a las actuaciones que deberá acometer para satisfacerlos en el futuro.

En los objetivos de calidad propuestos en los Planes Hidrológicos de cuenca no se contienen especificaciones concretas sobre concentraciones de sustancias de lista I y II de la Directiva 76/464, relativa a la contaminación por determinadas sustancias peligrosas. Específicamente no se definen objetivos de calidad de las sustancias de la lista II, en cumplimiento del artículo 7 de la citada norma comunitaria. En la actualidad se está estudiando en el seno de la Comisión una lista relevante de sustancias con carácter obligatorio para los Estados miembros.

En lo que respecta a los objetivos de calidad de las masas de agua, la mayoría de los Planes Hidrológicos de cuenca proponen evitar los estados eutróficos, sobre todo si el uso de los embalses es el abastecimiento.

En lo referente a los objetivos de calidad planteados para las aguas subterráneas, se asegurarán, con carácter general, las calidades existentes en la actualidad, aunque se añade que en aquellos casos de acuíferos contaminados, utilizados o susceptibles de ser utilizados en abastecimientos urbanos, se adoptarán las medidas adecuadas para evitar su degradación y mejorar su calidad.

En los mapas adjuntos se incluyen los objetivos de calidad de los principales tramos fluviales de la Península. Hay que destacar que en algunos tramos del Tajo y en casi toda la cuenca del Segura, los Objetivos de Calidad no han sido definidos por usos, sino por concentraciones máximas permitidas de determinadas sustancias y por valores máximos de algunos parámetros típicos de calidad del agua, por lo que no se representan en dichos mapas. En cuanto a los objetivos de calidad para baño, casi todos los Planes de cuenca especifican que serán asumidos en todos aquellos tramos que así hayan sido declarados por las respectivas Comunidades Autónomas, aunque el tramo en sí mismo no tenga tal definición en el correspondiente Plan (fig 197, fig. 198, fig. 199).

En cuanto al objetivo de calidad de vida de peces, hay que precisar que no todos los tramos han sido clasificados teniendo en cuenta las declaraciones que han ido realizando las respectivas Comunidades Autónomas en cumplimiento de la legislación comunitaria en la materia.

Aproximadamente un 17% de la longitud de los principales ríos españoles ha sido clasificado como de objetivo prepotable A1, un 30% salmonícola y un 41% de baño. Si se atiende a los caudales medios afectados por esta clasificación, un 8% de los recursos renovables se encuentran clasificados con el objetivo prepotable A1, un 23% salmonícola y un 48% baño.

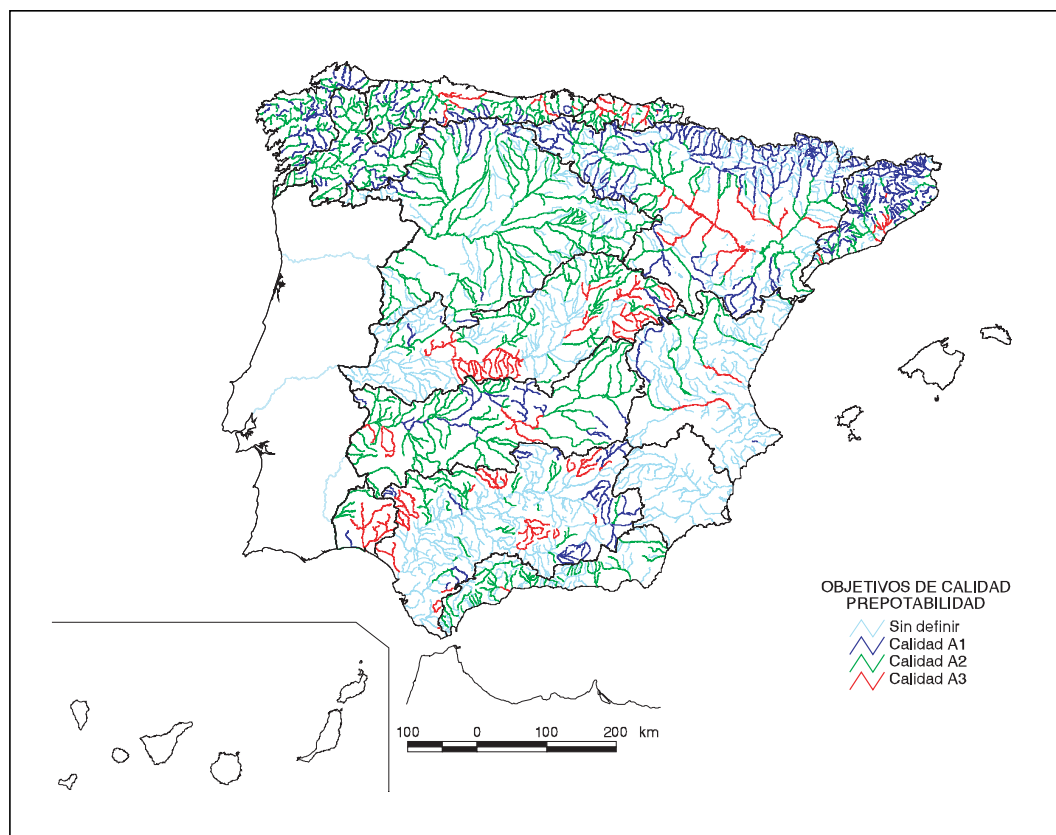


Figura 197. Mapa de objetivos de calidad para uso prepotable

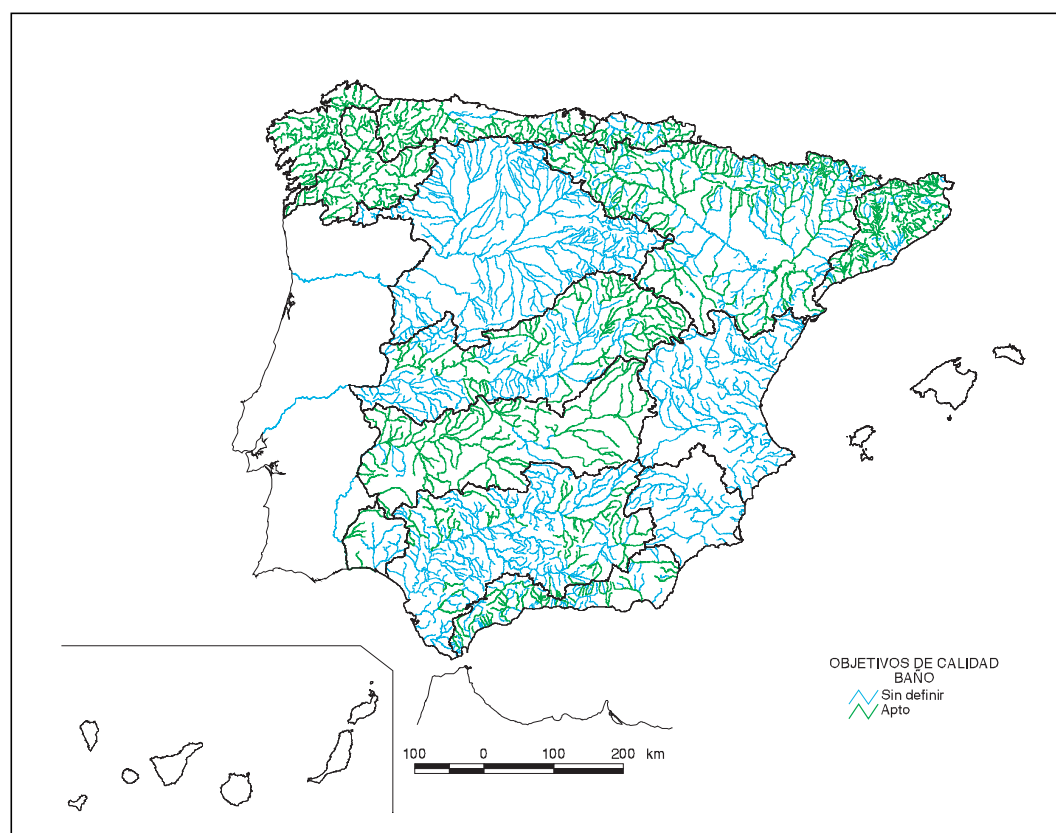
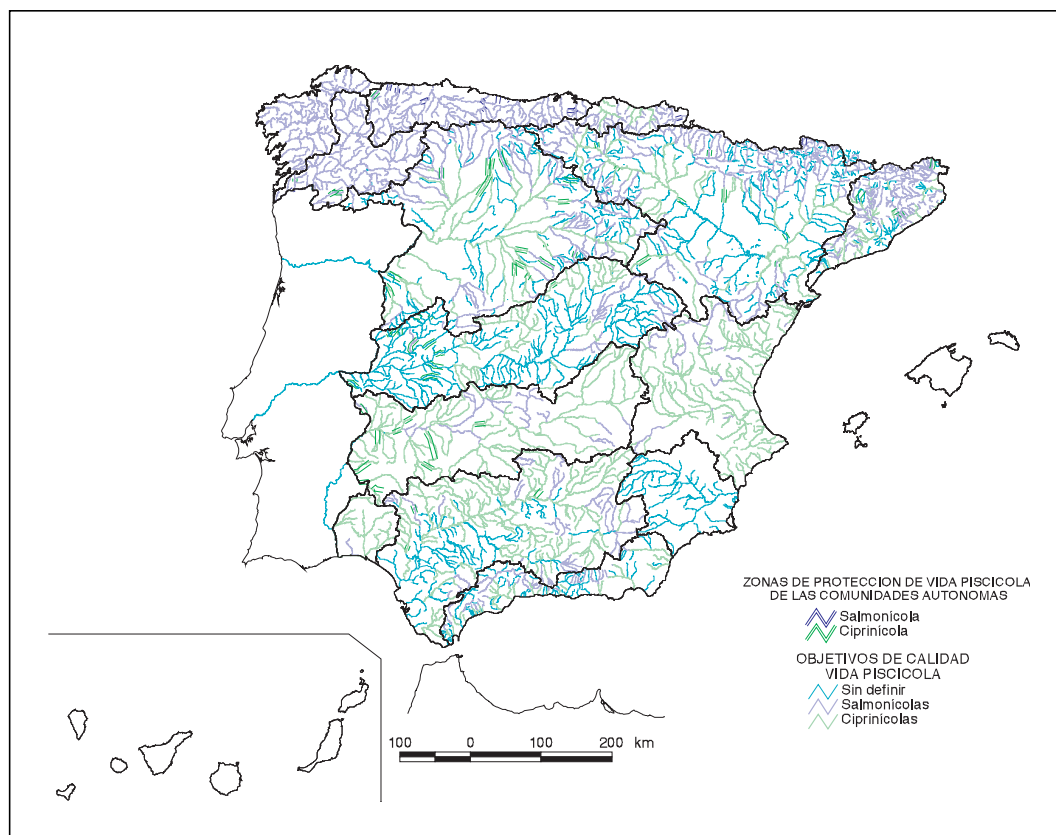


Figura 198. Mapa de objetivos de calidad para aguas de baño

Figura 199. Mapa de objetivos de calidad para vida piscícola



Destacan el Norte, con un 96% declarado como salmonícola, el Júcar y el Tago, con 32% y 28% declarados respectivamente como prepotables A3, o el Guadiana y las Cuencas Internas de Cataluña, con aproximadamente un 40% de A1.

La viabilidad económica y técnica que permite a la Administración Hidráulica asumir unos determinados objetivos de calidad debe estudiarse partiendo de las características del cauce receptor, de las características de los vertidos a depurar y de las posibilidades de regulación que permite el régimen concesional vigente. Aplicando un modelo de decisión que permita evaluar la calidad en función de los caudales circulantes y de los vertidos existentes, se podrán analizar las posibles alternativas viables económica y socialmente para obtener unos determinados objetivos de calidad, cuyo cumplimiento depende inexorablemente de la asignación de un régimen de caudales mínimos y de la consecución de unos determinados niveles de depuración.

La figura 200 ilustra este posible procedimiento de decisión, aunque en la actualidad los modelos de simulación que relacionan la cantidad y la calidad del recurso no son empleados de manera generalizada.

3.2.8. Los Convenios Internacionales sobre la calidad de las aguas

Como ya se indicó, hay una tendencia clara al establecimiento de convenios internacionales que permitan la mutua cooperación y el intercambio de información sobre la calidad del agua en los cursos transfronterizos. A continuación se reseñan algunos de estos convenios de interés para España.

3.2.8.1. El convenio OSPARCOM sobre contaminación al Océano Atlántico

Los objetivos que exige OSPARCOM (Comisión del tratado Oslo y París) a sus Estados firmantes en lo que se refiere al control de la contaminación marina de origen terrestre al Océano Atlántico son los siguientes:

- Controlar al menos el 90% de los siguientes vertidos contaminantes: mercurio, cadmio, cobre, zinc, plomo, lindano, amonio, nitratos, ortofosfatos, nitrógeno total, fósforo total, sólidos en suspensión y salinidad.
- Informar anualmente sobre las concentraciones de estas sustancias detectadas en los principales ríos.
- Estimar las descargas desde fuentes difusas, pequeñas fuentes y ríos pequeños con objeto de cubrir el 100% de los vertidos al mar.

Se pretende, en suma, controlar casi todas las fuentes de contaminación al mar, con el fin de conocer los

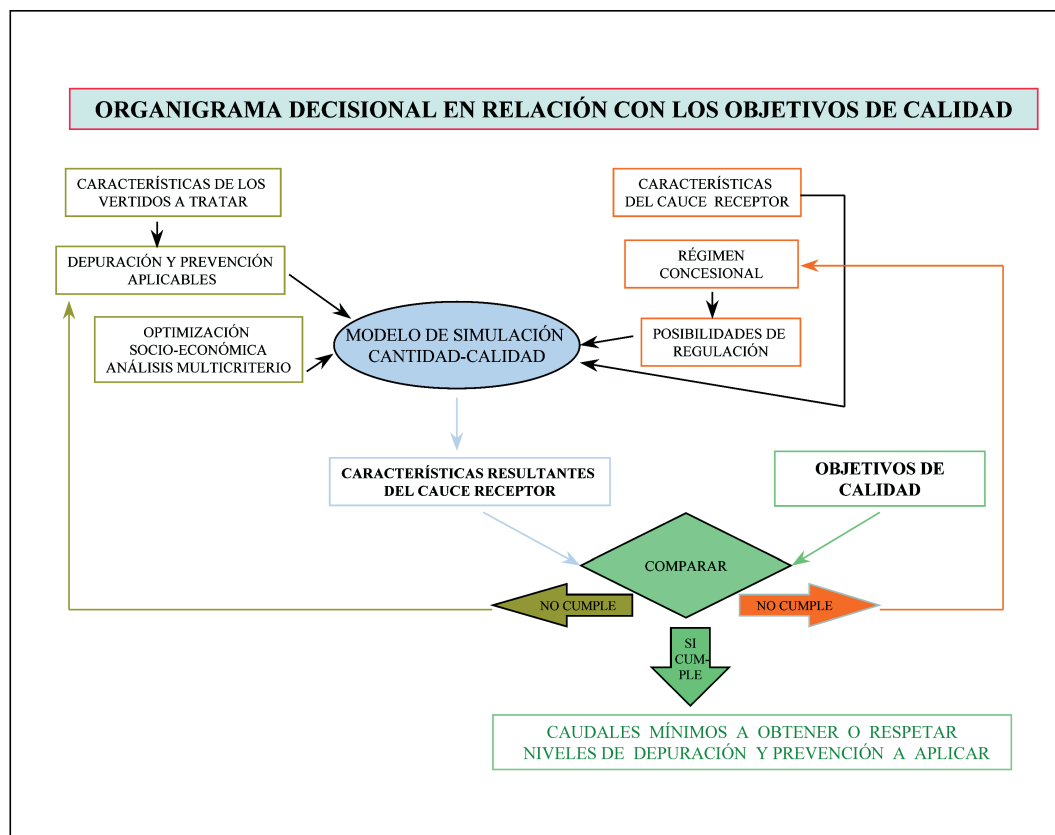


Figura 200. Diagrama de flujos de decisión en relación con los objetivos de calidad

vertidos totales de cada sustancia y prever las tendencias para estimar los éxitos logrados con los programas de prevención de la contaminación.

En las figuras siguientes se pueden apreciar algunas de estas descargas desde los ríos principales de la vertiente atlántica (fig. 201, fig. 202, fig. 203).

Cabe precisar que la información aquí presentada sólo cubre algunos aspectos del Convenio, por lo que en el futuro habrá que intensificar el conocimiento en la materia para cumplir adecuadamente sus objetivos. No obstante, hasta la fecha no se ha podido informar satisfactoriamente sobre las descargas al mar desde los ríos, ni sobre las descargas directas al mar a través de emisarios submarinos o desde plantas depuradoras, aunque está en marcha el proceso que determinará en breve plazo la mayor parte de la contaminación de origen terrestre al océano Atlántico.

3.2.8.2. El Convenio de Barcelona sobre la contaminación del Mar Mediterráneo

El Convenio de Barcelona intenta, entre otras cosas, evitar la contaminación del Mediterráneo como consecuencia de vertidos de origen terrestre, para lo cual obliga a los firmantes a que tomen todas “las medidas apropiadas para prevenir, reducir y combatir la contaminación de la zona del Mar Mediterráneo causada por desagües de ríos, establecimientos costeros o emisarios, o precedentes de cualesquiera otras fuentes

terrestres situadas dentro de sus respectivos territorios” y para establecer “en dicha zona un sistema de vigilancia de la contaminación”.

El 7 de Marzo de 1995, en Siracusa (Italia), una Conferencia de plenipotenciarios adoptó enmiendas al Protocolo sobre contaminación de origen terrestre. Estas enmiendas son tan importantes que convierten al texto en un nuevo Protocolo, siendo la más significativa la adopción del compromiso de eliminar progresivamente los aportes de las sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulativas del Anexo I, donde se enumeran los sectores industriales y las distintas categorías de las sustancias que se tendrán en cuenta para la elaboración de los Planes y de los Programas. Entre las sustancias se enumeran los compuestos organohalogenados y se da prioridad a las 11 sustancias siguientes: aldrín, dieldrín, endrín, dioxinas, furanos, DDT, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, bifenilos policlorados y toxafeno.

España aporta al Mar Mediterráneo el 4% de la esorrentía total, frente al 12% de Francia, el 33% de Italia, el 13% de Turquía, o el 3% que aportan el conjunto de los países situados al Sur de la cuenca. Se comprueba así que el grueso del problema se ubica en los países del Norte y especialmente en Francia, Italia, Yugoslavia, Grecia y Turquía, aunque son Italia y Francia los que suman a las mayores esorrentías las cargas contaminantes más elevadas.

Figura 201.
Concentración de
materiales en
suspensión cerca de las
desembocaduras de los
ríos Miño (Estación
1631), Gadiana
(Estación 4018) y
Guadalquivir (Estación
5798)

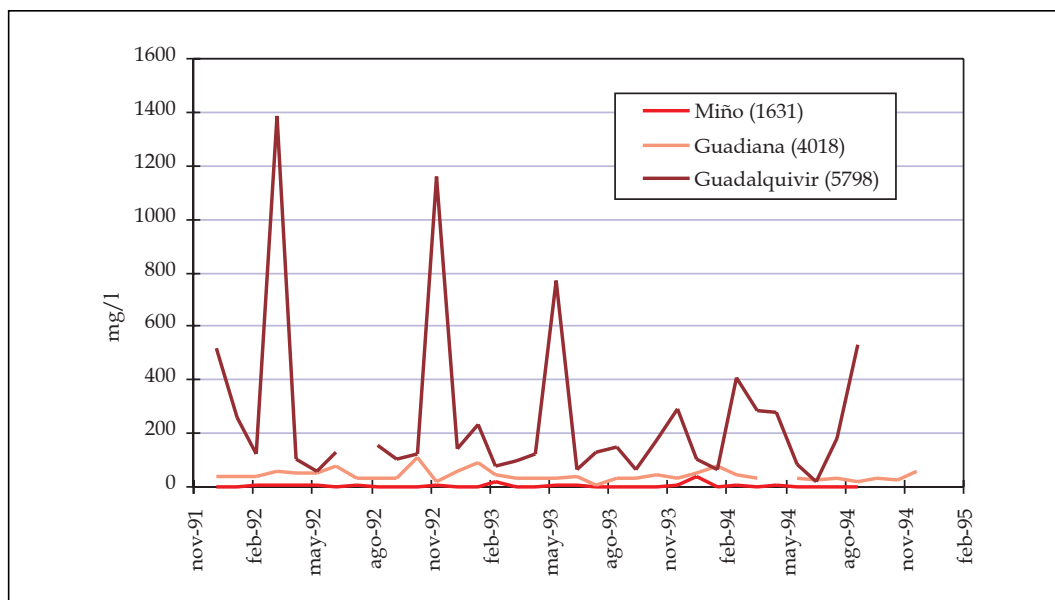


Figura 202.
Concentración de
nitratos en el
Guadalquivir en
Lebrija
(Estación 5798)

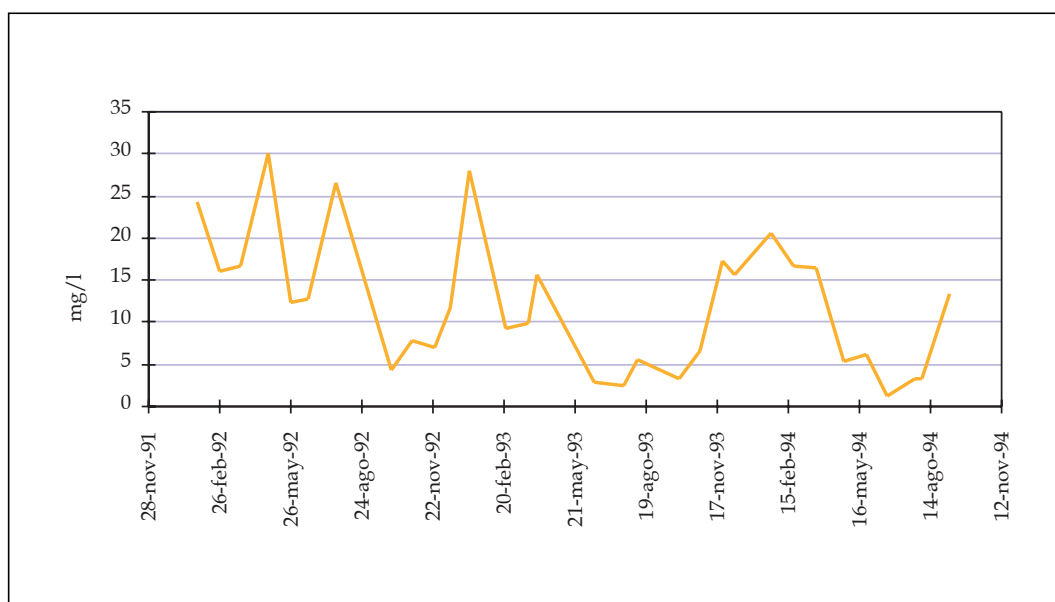
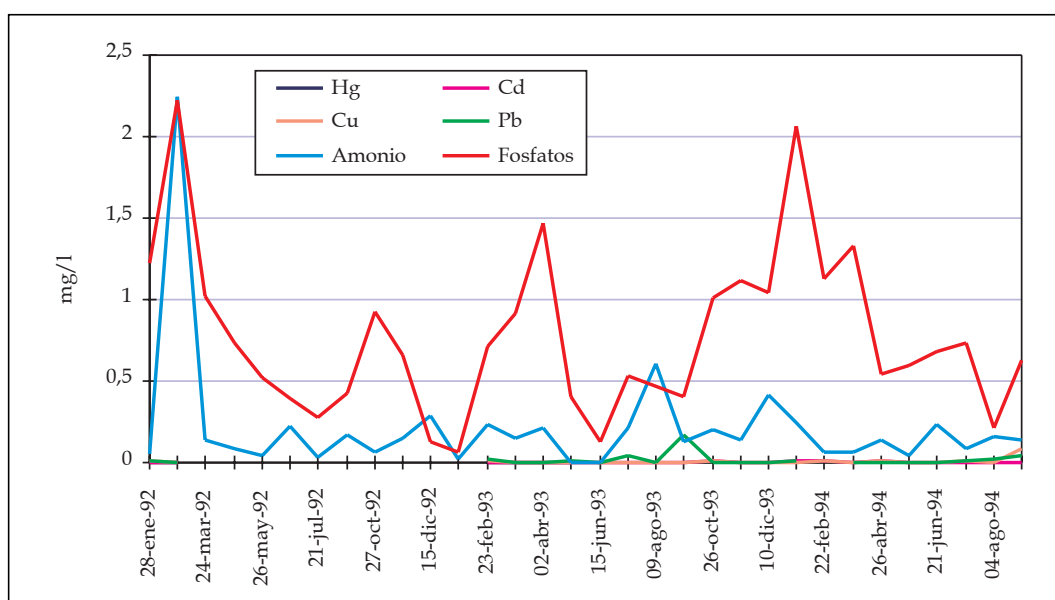


Figura 203.
Concentración de
mercurio, cadmio,
cobre, plomo, amonio y
fosfatos en el
Guadalquivir en
Lebrija (Estación
5798)



3.2.9. EL Plan Nacional de Saneamiento y Depuración

A pesar de la obligación de control y depuración de los vertidos urbanos (toda actividad contaminante debe contar con autorización de vertido), según se desprende de la Ley de Aguas y su posterior desarrollo reglamentario, el gran impulso en esta materia se produce con la promulgación de la Directiva Comunitaria 91/271, relativa al tratamiento de aguas residuales urbanas.

Las actuaciones en materia de saneamiento y depuración se inician en España a principios de la década de los setenta (con independencia de alguna actuación aislada anterior) con el desarrollo de planes parciales en zonas del litoral, como la Costa Brava y Baleares, que posteriormente se vieron complementados con algunas otras actuaciones en el arco mediterráneo. En la década de los ochenta se ejecutaron sistemas de depuración en importantes núcleos urbanos costeros (Valencia, Alicante, Palma de Mallorca, Benidorm, parcialmente en Barcelona, Castellón, etc.), a los que se debían sumar los significativos planes de Madrid capital (Plan de Saneamiento Integral de Madrid, PSIM) y Comunidad de Madrid (Plan Integral de Aguas de Madrid, PIAM), Sevilla, Burgos, Córdoba, Vitoria, Granada, Pamplona y Bilbao, estos dos últimos con tratamiento únicamente primario.

Aún así, eran evidentes las deficiencias en infraestructuras de saneamiento, pues quedaban por acometer actuaciones en ciudades de mediano y gran tamaño y aún no estaba resuelto totalmente el problema en áreas del litoral, como la Costa del Sol, Mar Menor, Albufera, Cornisa Cantábrica, entre otros, además de ciudades del interior, como Valladolid, Murcia, Zaragoza o Logroño.

La promulgación de la Ley de Aguas, la incorporación de España a la Unión Europea, la descentralización administrativa del Estado, y una mayor concienciación ciudadana en todo lo referente al medio ambiente en general, y en sus aspectos hídricos en particular, han jugado un papel positivo permitiendo cambiar la tendencia en el volumen de inversiones que, año tras año, se destinan a estas infraestructuras. Todo ello ha hecho posible el impulso de planes de saneamiento como el de la zona central de Asturias que, prácticamente ejecutado, persigue un objetivo de calidad de vida de peces salmonidos en los ríos Caudal y Nalón, así como los Planes de Cataluña, Valencia y Baleares, que añaden numerosas instalaciones de depuración a las ya existentes.

Por su parte, Canarias ha avanzado de forma positiva en su objetivo de no verter aguas residuales sin depurar al océano en aquellos casos en los que se necesitan

estos caudales depurados para ser reutilizados en el riego de cultivos, campos de golf, etc. Se han puesto igualmente en marcha instalaciones en Cáceres, Badajoz, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Soria, Avila, Jerez, Lérida sin olvidar la gran depuradora de Zaragoza (La Cartuja) que complementa a la ya existente de La Almozara.

Como hemos indicado, en el año 1991 se promulga la Directiva 91/271 que exige a todos los Estados miembros ejecutar instalaciones de depuración de acuerdo con tres escenarios temporales (1998, 2000 y 2005) lo que obliga a llevar a cabo enormes esfuerzos, tanto técnicos como financieros, a los países de la Unión y sobre todo a los más poblados (fig. 204)

España en esas fechas contaba con cerca del 60% de la población de hecho conectada a algún sistema de depuración, de la que el 44% disponía de tratamiento secundario y el 15% únicamente primario. Dentro de este porcentaje se incluyen aquellas instalaciones que se encontraban en fase de construcción. No obstante, y de acuerdo con la Directiva, había que incorporar dos parámetros nuevos:

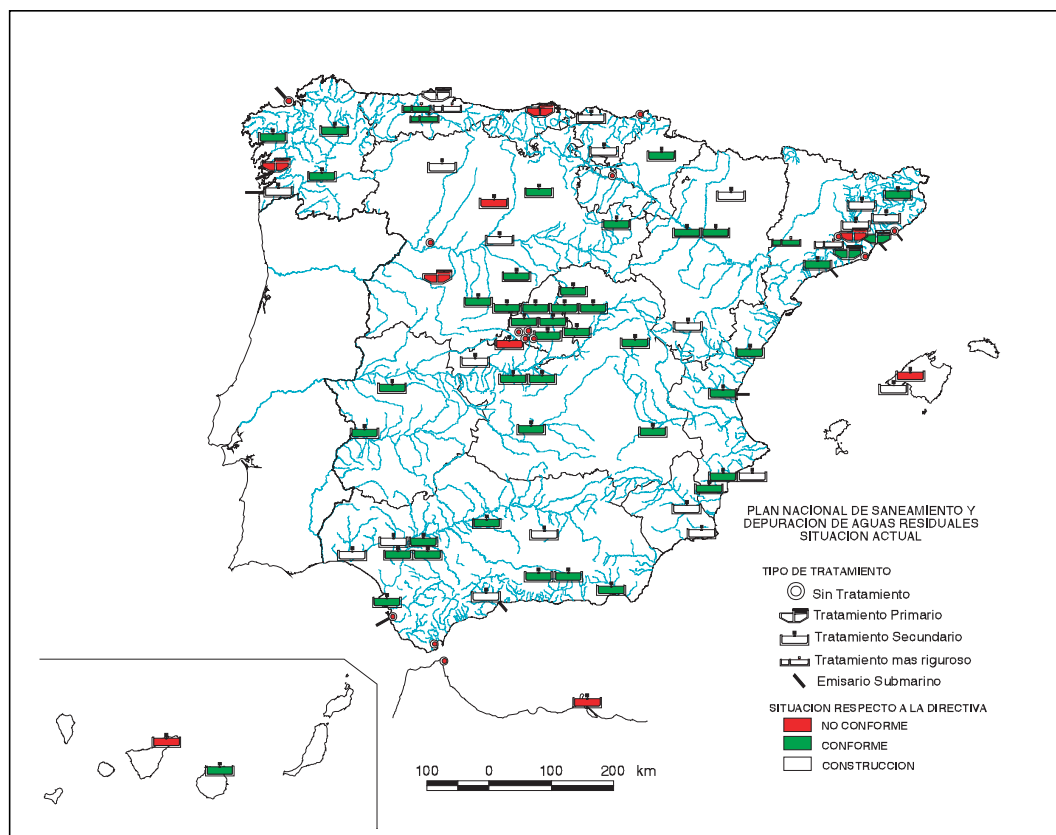
- El grado de depuración de las aguas residuales debía referirse a la población-equivalente y no a la población de hecho (un habitante equivalente hab-eq. son 60 gramos de DBO5 al día. Puede decirse que en España por cada habitante de hecho existen aproximadamente 2 habitantes-equivalentes).
- No bastaba con aludir a la población conectada a algún sistema de depuración, sino que debía establecerse un grado de conformidad con las exigencias que marca la propia norma comunitaria.

Por tanto, había que contabilizar toda la carga contaminante en las redes de saneamiento urbanas, incluyendo la población estacional, que tanta importancia tiene en España, y aquellos vertidos de tipo industrial y comercial que se generan dentro del casco urbano. Es decir, no servía únicamente un mero inventario de las instalaciones, sino que había que disponer de un diagnóstico de la situación lo más real posible.

La Directiva Comunitaria establece tres tipos de áreas diferentes en las que los vertidos pueden sufrir un tratamiento distinto:

- *Zonas normales*, para las que establece los límites de emisión generales de la Directiva.
- *Zonas sensibles*, para las que exige además la reducción de nutrientes (nitrógeno y fósforo).
- *Zonas menos sensibles*, donde en función del tamaño de la población se puede admitir un simple tratamiento primario (estas zonas sólo pueden definirse en aguas marinas).

Figura 204. Mapa de estaciones depuradoras más importantes existentes y en construcción a 31 de Diciembre de 1996



La Directiva, en sus anejos, establece los criterios para definir tanto las zonas sensibles como las menos sensibles. De acuerdo con dichos criterios se ha detectado la existencia de zonas sensibles en embalses con alto nivel de eutrofia que tienen generalmente como objetivo el abastecimiento urbano, así como un amplio conjunto de espacios protegidos de alto valor medioambiental, como es el caso de Tablas de Daimiel, Parque de Doñana, Mar Menor o Albufera (v. figura).

Por lo que se refiere a las zonas menos sensibles, se han tenido en cuenta los factores siguientes:

- Gran longitud de costa, con buenas condiciones de mezcla y dispersión de las aguas en la mayoría de los casos, lo que ha permitido considerar como menos sensible una parte importante del litoral, con excepción de bahías cerradas y rías y algunas zonas donde se ubican grandes núcleos urbanos.
- Son numerosas las áreas del litoral consideradas como zonas de baño, lo que obliga en la mayoría de los casos a efectuar sistemas de tratamiento acordes con este objetivo de calidad.

Por lo tanto, puede suceder que una aglomeración urbana esté emplazada en una zona menos sensible, de acuerdo con los criterios de la Directiva 91/271, pero que necesite un tratamiento superior al primario con objeto de cumplir otras normas comunitarias.

La Secretaría de Estado de Aguas y Costas, mediante Resolución de 25 de mayo de 1998, ha declarado las zonas sensibles en las cuencas hidrográficas intercomunitarias a los efectos previstos en el Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, y de acuerdo con los criterios establecidos en el Anexo II del Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo.

En dicha Resolución se identifican, por cada una de las zonas sensibles, los núcleos de población que vierten a las mismas y que cuentan en la actualidad con más de 10.000 habitantes equivalentes (fig. 205).

Con estos antecedentes y con la colaboración de las Comunidades Autónomas se elaboró un Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (PNSD) como herramienta de planificación de las infraestructuras de saneamiento y depuración que debe ejecutar el Estado Español hasta el año 2005, y como instrumento coordinador de las actuaciones de las Administraciones Públicas con competencia en esta materia. El Plan se aprobó en Consejo de Ministros de 17 de Febrero de 1995, publicándose en el Boletín Oficial del Estado de 12 de Marzo del mismo año. Sus principales datos se muestran en la tabla 57.

La reciente evolución del porcentaje de población española conforme con la Directiva 91/271 es la mostrada en la tabla 58, pudiendo percibirse su tendencia positiva.

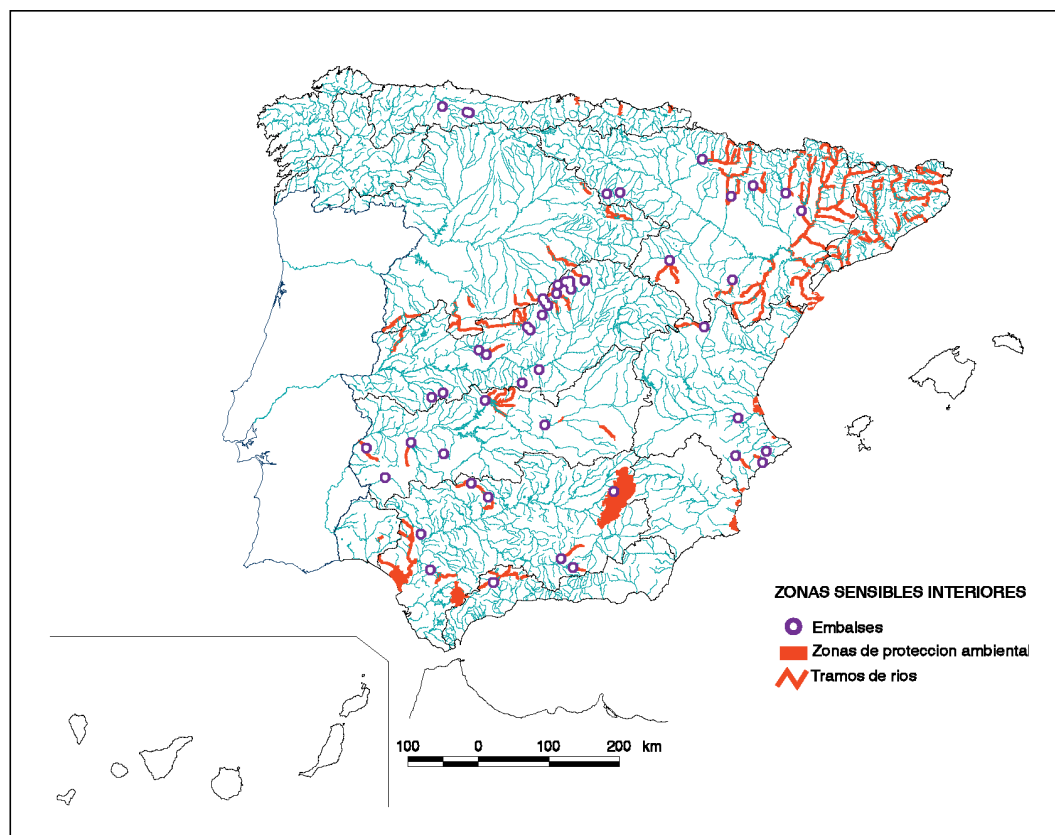


Figura 205. Mapa de zonas sensibles interiores de la Directiva 91/271

Estimaciones hechas en el Plan elevan a dos billones de pesetas las inversiones necesarias, debiendo acometerse la mayor parte antes del año 2000, dedicándose cantidades similares a infraestructuras de depuración (1,0 billones) y saneamiento (0,8 billones). El saneamiento lo componen las redes de alcantarillado y los colectores generales, mientras que la depuración son específicamente las EDAR.

La puesta en marcha del Plan, con la firma de Convenios entre la Administración Central y las respectivas Comunidades Autónomas, la declaración de interés general de diversas actuaciones, la participación de fondos europeos (Cohesión, FEDER) y la aprobación de programas operativos específicos (Programa Operativo de Medio Ambiente Local, POMAL) han influido positivamente a la hora de abordar el cumplimiento de la Directiva comunitaria.

En efecto, en estos últimos años las Administraciones Públicas han iniciado o acelerado importantes proyec-

tos, entre los que pueden destacarse los de La Albufera en Valencia, Mar Menor en Murcia, Valladolid, Logroño, Salamanca, Palencia, Vigo, 2ª fase de Bilbao y Málaga, por citar algunos de los más representativos.

Parece pues evidente que, si bien el ritmo no es el óptimo para alcanzar el pleno cumplimiento de la Directiva de acuerdo con los escenarios temporales ya comentados, es obvio el no desdeñable esfuerzo hecho en los últimos años por conseguir el mayor nivel de conformidad posible.

Ahora bien, una vez acometidas las instalaciones queda por resolver otro problema no menos importante: su gestión. En efecto, este tipo de instalaciones necesitan no sólo un mantenimiento adecuado sino también una explotación óptima o de lo contrario, y aún estando diseñadas las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) para alcanzar las normas de emisión exigidas, una descuidada operación puede hacer fracasar dicho cumplimiento y, en consecuencia, las cuantiosas inversiones realizadas. Es bien conoci-

Población total equivalente	85 Mhab-eq
Nº de instalaciones existentes	3253
-Tratamiento primario	2007
-Tratamiento secundario	1217
-Tratamiento más riguroso	29
Población conforme	34,5 Mhab-eq
Población con EDAR en construcción	11,5 Mhab-eq
Población no conforme	39 Mhab-eq

Tabla 57. Datos básicos iniciales de programación del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (1995)

	Año 1995	Año 1997
CONFORME	40.6%	44.7%
NO CONFORME EN CONSTRUCCIÓN	13.4%	18.3%
NO CONFORME	46.0%	37.0%

Tabla 58. Evolución del porcentaje de población conforme con la Directiva 91/271/CEE

do que se necesitan medios técnicos adecuados para la gestión de una EDAR y de sus redes de saneamiento, que la explotación de las instalaciones requiere personal especializado, energía eléctrica, reactivos, transporte de subproductos, etc., que generan costes que han de imputarse a los causantes de la contaminación a través de tarifas y cánones de saneamiento.

No sólo se debe asegurar el equilibrio financiero de la operación, sino también una adecuada gestión a través de las herramientas que lo posibiliten. Por tal razón muchas Comunidades Autónomas han resuelto el problema creando estructuras de gestión de carácter supra-municipal, con capacidad para cobrar un canon (a través de una Ley de saneamiento) que asegura a priori la explotación de las instalaciones, sobre todo en medianos y pequeños municipios con pocas posibilidades de disponer de medios propios para acometer su gestión.

El cobro de cánones de saneamiento -que oscilan entre 25 y 30 pta/m³- permite repartir las cargas entre los diversos municipios de una misma Comunidad Autónoma. Madrid, Cataluña, Comunidad Foral de

Navarra, Islas Baleares y Comunidad Valenciana han sido pioneras en la definición de estas herramientas, estando otras comunidades en fase muy avanzada del proceso.

No obstante, no es ésta la única solución posible, por lo que otras Comunidades Autónomas estudian y llevan a la práctica otros sistemas a través de Mancomunidades, Consorcios, Empresas ligadas a las Diputaciones Provinciales, etc. Con todo ello se pretende conseguir que las instalaciones funcionen de acuerdo con los parámetros establecidos en las Directivas Europeas y con las correspondientes autorizaciones de vertido.

3.2.10. La ordenación de vertidos

La ordenación de vertidos está regulada en la Ley de Aguas, en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, en la Orden Ministerial de 23 de Diciembre de 1986, y en el Real Decreto 484/1995, sobre medidas de regularización y de control de vertidos (fig. 206).

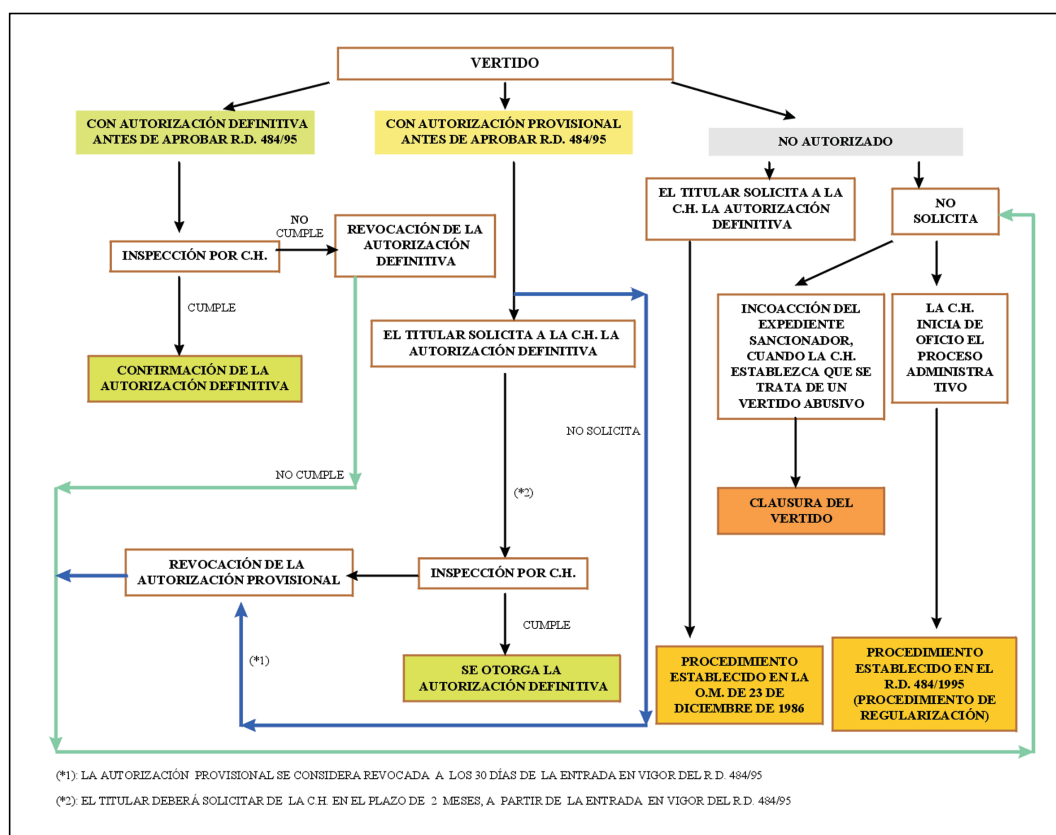


Figura 206. Esquema del procedimiento de regularización de vertidos según el Real Decreto 484/1995

En la figura adjunta se puede apreciar el organigrama de aplicación de dicho Real Decreto, cuyo fin último no es sino que todos los vertidos susceptibles de contaminar el medio hídrico dispongan de una autorización lo antes posible.

Merece una mención destacada el artículo 6 de este Decreto, dedicado a los Planes Sectoriales de Regularización. En este sentido, la DGOHCA, “en colaboración con las Confederaciones Hidrográficas, podrá convenir y aprobar planes sectoriales estratégicos de ámbito nacional o superior al de una cuenca hidrográfica” que serán equivalentes, para todas las industrias del sector, a los Planes de Regularización específicos para un único vertido. “En tales supuestos la tramitación del Plan Sectorial conllevará de forma global efectos similares de regularización para todas las industrias del sector, en el ámbito de la correspondiente cuenca o subcuenca hidrográfica, sin perjuicio de los efectos individualizados del incumplimiento del mismo”.

Atendiendo a la clasificación de industrias del Código Nacional de Actividades Empresariales (CNAE) se han agrupado las mismas en once sectores industriales con la intención de convenir los correspondientes Planes Sectoriales. Aproximadamente 270.000 empresas estarían sujetas a sus correspondientes Planes Sectoriales de Regularización. La inversión necesaria para acometerlos sería del orden de los 500.000 Mpta. Hay que destacar que dentro de cada sector existe una gran heterogeneidad entre sus correspondientes subsectores industriales, entre los tamaños de las diferentes empresas, y entre las situaciones administrativas actuales en relación con la autorización de vertido y con la depuración de sus efluentes. Se aprecian también grandes diferencias entre las cuencas hidrográficas. En general, son las Cuencas Internas de Cataluña, Norte, Tajo, Ebro y Júcar las que concentran los mayores vertidos e inversiones.

La caracterización de los vertidos se ha realizado en cada caso en función de los parámetros más característicos de los efluentes típicos de cada subsector, aunque el número de muestras que se han tomado ha sido muy escaso para caracterizar con todo detalle la composición de los mismos y, sobre todo, para detectar la presencia de sustancias peligrosas de las listas I y II. El contraste de información con las bases de datos de vertidos de las Confederaciones Hidrográficas y con los estudios realizados por el Ministerio de Medio Ambiente permitirá caracterizar con más detalle los vertidos de cada sustancia y adoptar las medidas oportunas para cumplir la legislación comunitaria y los objetivos de calidad.

A título de ejemplo, y como muestra de los diversas situaciones existentes se incluyen consideraciones

relativas a cuatro de los once sectores en los que se han estudiado los correspondientes Planes Sectoriales de Regularización de vertidos. Cabe advertir que las cifras que aquí se manejan son aproximadas, y en cada caso concreto habrá que definir las exactamente con estudios más específicos en coordinación con cada uno de los sectores industriales afectados y con cada una de las Comisarias de Aguas de las Confederaciones Hidrográficas.

En la Industria del Tratamiento de Superficies y el Galvanizado se utilizan grandes cantidades de agua y de sustancias químicas que pueden tener graves efectos sobre el medio ambiente. Los principales contaminantes generados por estas actividades son los metales pesados, principalmente cobre, níquel, cromo, cinc y cadmio, aniones tóxicos, como los fluoruros y los cianuros, ácidos y bases diversos, aceites y grasas y multitud de disolventes orgánicos. En este sector industrial existen muy pocas autorizaciones de vertido y sólo las grandes empresas poseen algún tipo de tratamiento físico-químico, en el que destaca el intercambio iónico. Una gran parte del éxito de su Plan Sectorial dependerá del correcto tratamiento asignado a las aguas de proceso y a los lodos generados durante la depuración de los efluentes. Estos se generan de forma esporádica, con bajos caudales, que concentran importantes valores de contaminación y que se clasifican por la legislación como residuos tóxicos y peligrosos, por lo que deberán ser enviados a la correspondiente planta de tratamiento.

En el sector de la Industria Minera destaca el bajo número de autorizaciones. Tan sólo el 50% de las más de 3.500 explotaciones utilizan algún tipo de depuración, que consiste, en la mayoría de las ocasiones, en una serie de balsas de decantación que eliminan sólo una parte de los grandes volúmenes de sólidos en suspensión generados por el sector, y que en la mayor parte de las ocasiones se consideran insuficientes. Hay que tener en cuenta que las minas cerradas, que rondan las 4.000, suponen en muchos casos importantes fuentes de contaminación potencial.

La Industria del Cuero y del Calzado y la Industria Textil destacan por las altas concentraciones de DBO_5 y DQO, y por la presencia de sustancias consideradas peligrosas en algunos de sus procesos. En el primer sector no resulta raro encontrar en los vertidos cromo III, sulfuros, aceites y grasas. En la Industria Textil destacan por su alta toxicidad los procesos de tisaje con encolado y el acabado de textiles.

La Industria de los Materiales de Construcción, del Vidrio y de la Cerámica cuenta con cerca de 30.000 empresas que conforman un sector variado de industrias de muy diferentes tamaños. Los subsectores del vidrio,

los azulejos y las baldosas cerámicas y la fabricación del cemento concentran las mayores contaminaciones e inversiones necesarias para regularizar su situación.

La priorización de las inversiones necesarias y, por tanto, de las actuaciones a desarrollar dentro de cada sector y entre los diferentes subsectores, adquiere una gran importancia, ya que resulta necesario definir, para una mejor planificación, sobre qué empresas concretas y sobre qué procesos productivos resulta necesario actuar en primer lugar. Los criterios para elaborar esta estrategia pueden resumirse en los siguientes puntos:

- El carácter contaminante del vertido, en función de la concentración de las diferentes sustancias y de las cargas contaminantes totales.
- Las características del medio receptor y, en particular, el estado de calidad del cauce sobre el que se realiza el vertido.
- Los usos del agua actuales y potenciales y, en particular, los objetivos de calidad que han sido asignados a los tramos fluviales afectados por el vertido.
- La mayor exigencia social, en relación con la sensibilidad por el disfrute del medio hídrico, o con la degradación y gravedad de los impactos negativos que se estén produciendo en las poblaciones afectadas por los vertidos.

3.3. LOS USOS Y DEMANDAS

3.3.1. conceptos previos y cuestiones terminológicas

Como se indicó en la sección dedicada a los recursos hídricos, estos han de contemplarse, en primera instancia, como un fenómeno natural, que puede describirse en los términos físico-químico-biológicos del ciclo hidrológico. Asimismo, sobre estos recursos naturales opera, a su vez, un conjunto de factores que permite contemplarlos bajo la perspectiva de una *oferta* que puede servir para atender una *demanda* de agua, sometida a ciertas limitaciones para su utilización, pues, como es lógico, no todo el recurso natural puede -ni debe- realizar tal función.

Surge así el concepto de *sistema de utilización* como aquel en el que, satisfechas las limitaciones o *restricciones* (ambientales, socioeconómicas y geopolíticas) que configuran los recursos naturales como una oferta inserta en el sistema de usos, se produce la concurrencia de oferta y demanda, y se desarrollan las potencialidades productivas del agua en los sistemas socioeconómicos.

Antes de estudiar con mayor detalle este sistema de utilización ofreciendo sus magnitudes fundamentales en nuestro país, es oportuno -dadas las distintas interpretaciones que suelen atribuirse a estos conceptos- formular una serie de precisiones terminológicas.

Utilización del agua

Introducidas las restricciones previas y, por tanto, dentro ya del sistema de utilización, esta *utilización del agua*, en un sentido amplio, puede ser analizada desde dos perspectivas diferentes. Desde la perspectiva puramente *económica*, utilizar el agua consiste en hacerla útil, emplearla para satisfacer unas necesidades, por lo que constituye un medio de alcanzar unos objetivos de producción o de consumo establecidos por un agente económico. Desde la perspectiva del *medio natural*, utilizar el agua consiste en transformar sus características mediante acciones que modifican cuantitativa y cualitativamente el ciclo natural y suponen, en consecuencia, impactos sobre el medio. Uno de los objetivos de la planificación hidrológica es, precisamente, conciliar ambas perspectivas.

Desde la perspectiva *económica* pueden presentarse las siguientes utilizaciones del agua:

- Consumo humano (bebida)
- Utilizaciones domésticas (sanitarias, climatización, ornamentales)
- Producción
 - agrícola
 - animal: consumo de ganado, piscicultura, acuicultura
 - industrial (utilizaciones específicas en los productos o en los procesos de fabricación, acondicionamiento o conservación, o inducidas por las actividades de producción)
 - energética
- Transporte
- Actividades comerciales y servicios
- Utilizaciones sociales (servicios públicos), culturales (recreativas) o rituales
- Seguridad (lucha contra incendios, defensa)

Desde el punto de vista del *medio natural* las utilizaciones pueden ser:

- Captaciones, que derivan agua del medio, produciéndose una separación espacial y temporal entre las detracciones y los retornos. Son las también llamadas utilizaciones *fuera de la corriente*.

- Utilizaciones in situ, que no derivan agua del medio pero usan, en el mismo lugar, alguno de sus potenciales. Son las también llamadas utilizaciones *dentro de la corriente*.

Usos del agua

Fijado el concepto teórico de *utilización* y sus tipologías, y yendo al de *usos del agua*, la normativa española los define precisamente como las distintas clases de utilización de la misma según su destino (art.74.1 RAPAPH). Desde una perspectiva más conceptual, se puede considerar que el uso del agua es el hecho material de aplicar una o varias de sus funciones para obtener un determinado efecto.

Como ya se apuntó, estas *funciones del agua* -que son las diferentes aptitudes que le confieren sus propiedades y características físicas, químicas y biológicas, su distribución en el medio natural y sus potenciales energéticos-, son diversas. Pueden ser biológicas (el agua como constituyente activo de la materia viva), ecológicas (el agua como biotopo acuático), técnicas (el agua como agente físico) o simbólicas (el agua como elemento del contexto sociocultural). Ningún otro elemento natural puede sustituir al agua para cumplir la mayoría de estas funciones, lo que le confiere una utilidad absolutamente singular, sin equivalente alguno. Volveremos sobre estas cuestiones al analizar los distintos fundamentos de la política del agua.

Demanda de agua

En cuanto a la *demanda de agua*, también tiene en nuestra regulación una definición normativa. Según el art. 74.2 RAPAPH se entiende por demanda la *necesidad de agua para uno o varios usos*, siendo precisos para su definición los siguientes datos:

- a) El volumen anual y la distribución temporal de los suministros necesarios, así como las condiciones de calidad exigibles
- b) El nivel de garantía de los suministros para los diferentes usos
- c) El consumo bruto, es decir, la porción del suministro que no retorna al sistema hidráulico
- d) El volumen anual y la distribución temporal del retorno y previsión de la calidad previa a cualquier tratamiento

Debe notarse que, como es bien conocido, este concepto administrativo de demanda *no coincide con el sentido económico* original del término, según el cual la demanda sería la cantidad de un bien o servicio que

un agente económico estaría dispuesto a adquirir en un mercado a un determinado precio. La definición reglamentaria no incorpora este factor del precio, por lo que, a pesar de tratarse del mismo término, su interpretación es claramente diferente de la puramente económica. Sin embargo, y dada la habitual asimilación de los recursos hídricos a una oferta, es frecuente asociar las necesidades o requerimientos de agua a la idea de demanda. Aunque la diferenciación conceptual es trivial, el intercambio entre estos términos está muy arraigado, es tradicional en la literatura de recursos hídricos, y es el reglamentariamente admitido, siendo, en consecuencia, el adoptado ordinariamente en este Libro. No obstante, aunque en la práctica -y contextualmente- no suele darse lugar a confusión, sería deseable precisar los conceptos y adoptar formalmente un criterio más riguroso.

En la explotación real de los sistemas de utilización de recursos hídricos, no siempre es posible aportar a cada unidad de demanda todo el volumen que requiere. Surge así otra acepción muy extendida del término uso, que es la que lo relaciona con la *aplicación concreta* del agua, o *cantidad realmente empleada*, para diferenciarla de la demanda, que sería la cantidad que se necesita. En este sentido, el uso sería equivalente al suministro.

Necesidad

Por otra parte, algunos autores también establecen diferencias entre los conceptos de *demanda* y *necesidad* de agua (Erhard-Cassegrain y Margat, 1983). De acuerdo con ellos, mientras que la necesidad de agua es la cantidad y calidad de agua *necesaria y suficiente* para asegurar la aplicación de las funciones requeridas por los diversos usos, la demanda sería el volumen que se considera necesario, en cantidad y calidad, para *alcanzar un determinado objetivo* de producción o consumo. El concepto de necesidad de agua, así definido, tiene un carácter absoluto y normativo, determinado por el estado de la técnica, las circunstancias del caso, y los niveles demográficos y económicos actuales o futuros. Se trata de un término teórico y calculable, mientras que la demanda de agua, como acción efectiva sobre el medio natural, es directamente observable. Podría decirse que la demanda es la expresión real de una necesidad.

Demandas brutas y netas

Otros conceptos que conviene precisar son los relativos a demandas brutas y netas. La *demanda bruta* se relaciona, básicamente, con el medio natural y corresponde al concepto de *detracción* del medio. La *demanda neta*, por su parte, está íntimamente relacio-

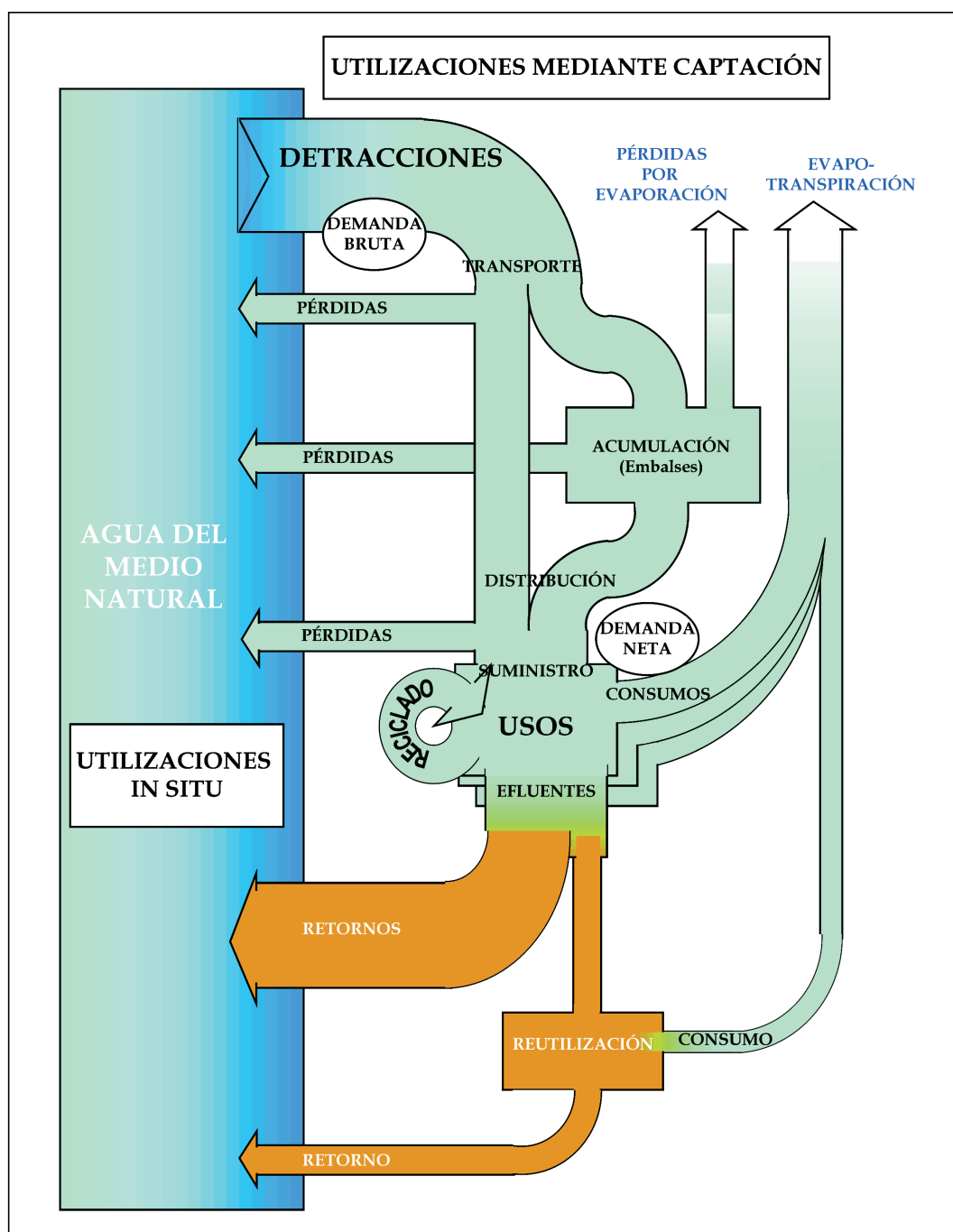


Figura 207. Esquema simplificado del sistema general de utilización del agua

nada con los puntos de consumo y corresponde al concepto del necesario *suministro* o aprovisionamiento, es decir, se trata de las cantidades y calidades efectivamente obtenidas y empleadas. De acuerdo con esta distinción, la diferencia cuantitativa fundamental entre las demandas brutas y netas son las pérdidas, que se consideran incluidas en las primeras y no en las segundas.

La figura 207, adaptada de Erhard-Cassegrain y Margat (1983), ilustra algunos de los conceptos definidos en los párrafos precedentes.

Todo lo antedicho se refiere a conceptos generales sobre la demanda y utilización del agua en un sistema socioeconómico. Las fórmulas y técnicas por las que

esta utilización se lleva a cabo en nuestro ordenamiento jurídico nos remiten a los conceptos legales de *concesión*, *asignación* y *reserva*, de fundamental importancia, y a los que nos referiremos en otras secciones.

En este libro, sin ignorar las matizaciones realizadas, y aún refiriéndonos en ocasiones a ellas de forma expresa, los conceptos de uso y demanda que se emplean corresponden lógicamente a las vigentes acepciones reglamentarias mencionadas.

En los siguientes epígrafes se presentan, conforme a estos conceptos y de forma resumida, las características y magnitudes básicas de la utilización actual del agua para los diferentes usos.

3.3.2. El conocimiento de los usos y demandas

3.3.2.1. Introducción

A diferencia de los recursos naturales que, salvo las incertidumbres de un posible cambio climático natural o antropogénico, se suelen considerar con cuantías estacionarias e invariables a largo plazo, las demandas y consumos de agua son coyunturales y tienen una componente esencialmente temporal, por lo que sus valores siempre han de referirse a una fecha concreta, lo que debe tenerse en cuenta para la reconstrucción de las demandas históricas y la previsión de su evolución futura.

En general hay una notable carencia de estadísticas fiables y regulares sobre usos y consumos de agua, por lo que el conocimiento de las demandas históricas adquiere una incertidumbre a veces similar a la que afecta al conocimiento de las demandas futuras. Esta incertidumbre, unida a la influencia de numerosos factores exógenos explicativos de su constitución, hace que la previsión de las demandas futuras presente una especial dificultad, y no sea raro encontrar, como veremos, importantes desviaciones entre las inicialmente previstas y las finalmente producidas en la realidad.

En efecto, ante las dificultades para obtener información periódica y fiable sobre los volúmenes realmente suministrados y consumidos según los diferentes usos, uno de los procedimientos más comunes de valoración de las demandas de los usos de abastecimiento a poblaciones y agrario consiste, como veremos, en aplicar a las poblaciones y superficies de riego unos valores teóricos de dotación, en función del tamaño de las poblaciones, los tipos de cultivo, las características climáticas, el estado de las infraestructuras, etc., y suponer que las cantidades obtenidas son los suministros necesarios. Este procedimiento es admisible en la determinación de las demandas futuras, para las que inevitablemente deben realizarse previsiones, pero es discutible su aplicación a las demandas actuales, pues los valores teóricos pueden, en algunos casos, diferir notablemente de los reales. Si existen datos fiables de suministro, el usuario paga por el consumo de agua, y no se están produciendo restricciones, este suministro es asimilable a la demanda, pero tal situación no siempre se da, ni siquiera en el caso de los abastecimientos urbanos. La relación de este importantísimo problema con la necesidad de extender y mejorar sustancialmente los actuales aforos y sistema de control del agua es evidente, y en esta línea se insiste en diferentes secciones de este libro.

Seguidamente, y antes de abordar su descripción detallada, se pasará revista a los principales rasgos y problemas de cada tipología de demandas, resumiendo sus características básicas, problemas, y situación de conocimiento.

3.3.2.2. Demanda urbana

En el caso concreto de la demanda urbana, una de sus características fundamentales es la gran heterogeneidad en cuanto a la utilización del agua se refiere, pues incluye utilidades domésticas (individuales), municipales (riego de jardines, bomberos, etc.), colectivas (servicios públicos, como hospitales y escuelas), industriales, comerciales e incluso agrícolas, todo lo cual contribuye a dificultar, en gran medida, su conocimiento.

En la práctica, resulta muy difícil diferenciar los volúmenes de agua consumidos por las industrias conectadas a la red municipal de los propiamente debidos a las necesidades urbanas. Tal y como se verá más adelante, según las encuestas de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS, 1998), y como cifras medias indicativas globales, junto a un 61% de consumo estrictamente doméstico, en torno a un 23% del agua registrada en contadores es consumo de pequeña industria, comercial y servicios que se suministran de la red municipal, y que a efectos de la planificación hidrológica se computa como demanda de abastecimiento urbano.

Asimismo, en zonas rurales con una importante cabaña ganadera, la demanda debida al ganado estabulado ubicado dentro de los núcleos de población puede superar al propio consumo doméstico.

El turismo y la segunda residencia generan en muchas zonas de nuestro territorio una apreciable demanda de agua, llegando incluso, en algunos núcleos, a superar ampliamente la correspondiente a la población fija. Como orientación basta recordar que, tal y como se comentó en su correspondiente epígrafe, en 1996 se registraron en España casi 62 millones de visitantes, de los que casi la mitad se concentra en la temporada de verano, y que, según el Censo de Población y Viviendas del INE de 1991, en España existen 2,9 millones de viviendas secundarias frente a 11,7 millones de viviendas principales.

Como se indicó, la incidencia del turismo respecto a la demanda hídrica total puede ser importante a escala local, pero no parece ser muy relevante a nivel nacional. En estas zonas afectadas introduce importantes distorsiones, y su fuerte carácter estacional plantea dificultades especiales para su correcta estimación.

Por otra parte, las diferentes prácticas de consumo, reflejo de distintos grados de concienciación en cuanto a la conservación y ahorro de agua y de una diferente disponibilidad territorial de recursos, introducen importantes distorsiones en las necesidades de suministro.

En lo relativo a la estimación de la demanda futura para abastecimiento urbano, sus valores se hallan determinados por la evolución tanto de la población como de las dotaciones.

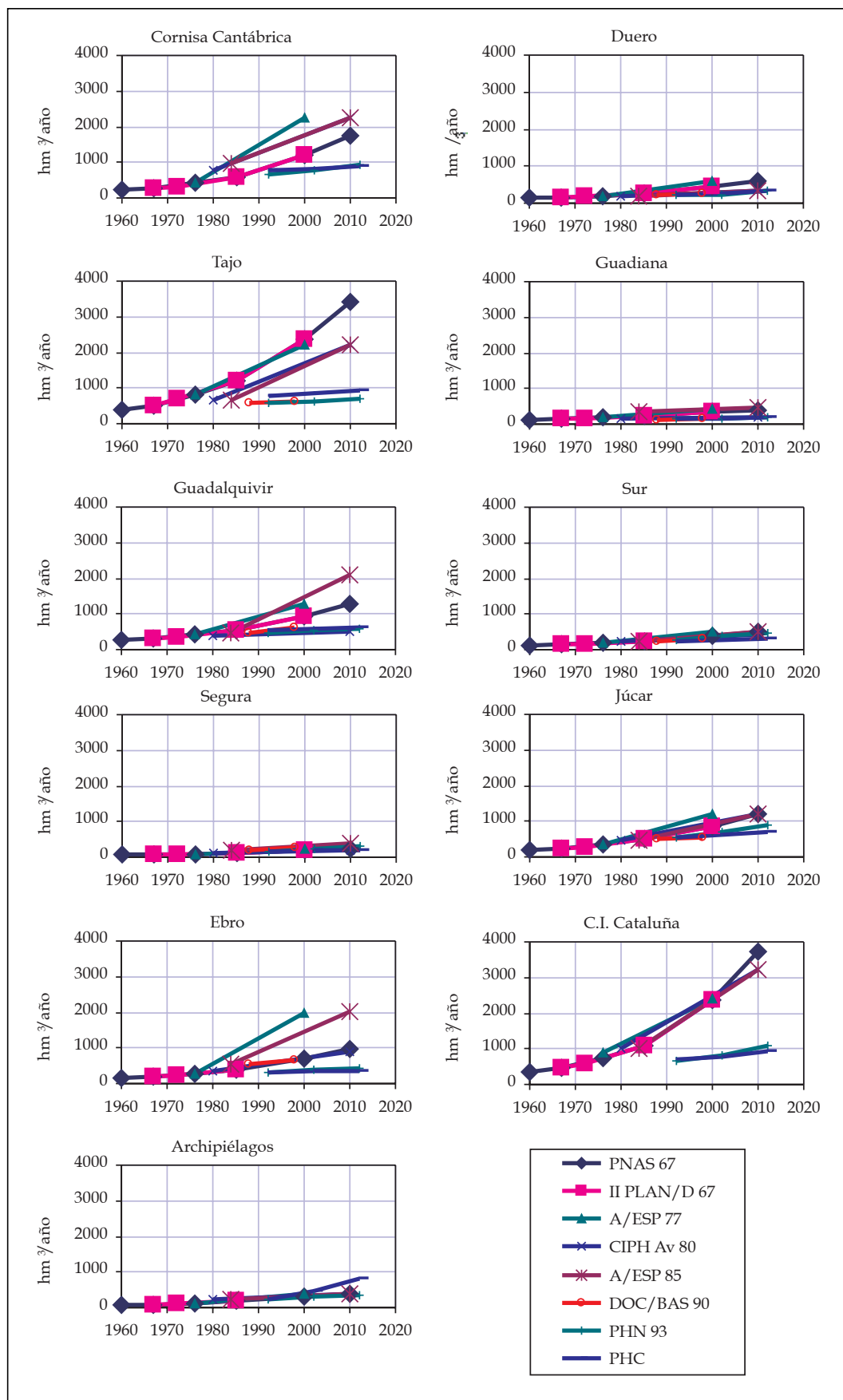


Figura 208. Distintas previsiones de evolución de la demanda urbana por cuencas hidrográficas

Fuentes: Plan Nacional de Abastecimiento y Saneamiento, 1967 (PNAS 67); II Plan de Desarrollo Económico y Social, PG(1967) (II Plan/D 67); El Agua en España, 1977 (A/Esp77); Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica-Avance 80, MOPU-CIPH (1980) (CIPH Av 80); El Agua en España, 1985 (A/Esp85); Documentación básica, MOPU-DGOH (1990) (Doc/Bas 90); Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional, MOPT(1993) (PHN 93) y Planes Hidrológicos de cuenca (PHC).

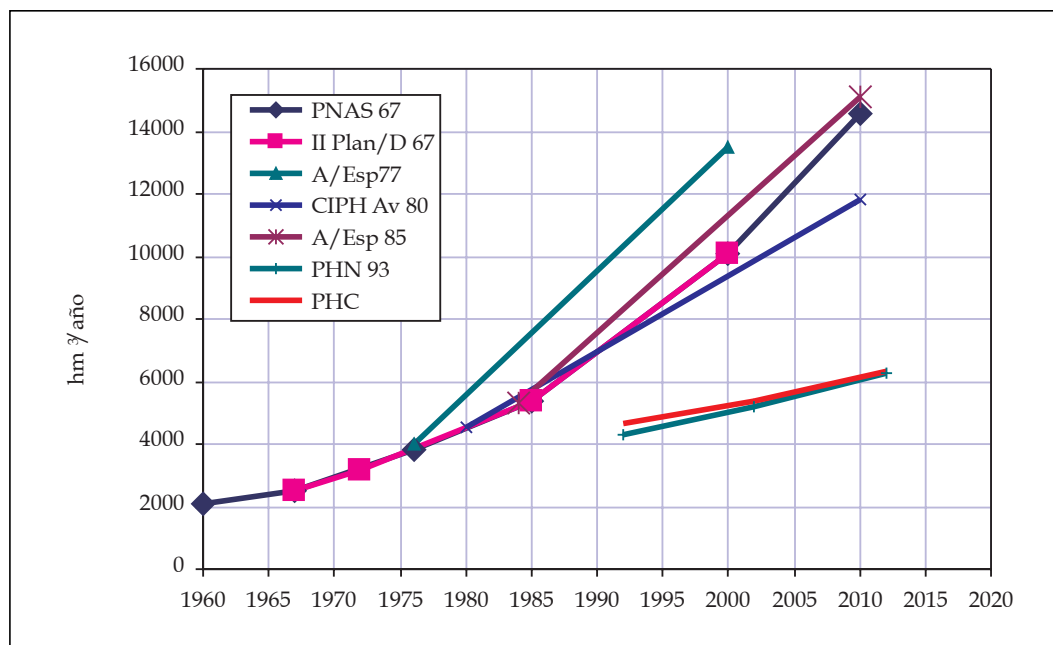


Figura 209. Distintas previsiones de evolución global de la demanda urbana

Fuentes: Plan Nacional de Abastecimiento y Saneamiento, 1967 (PNAS 67); II Plan de Desarrollo Económico y Social, PG(1967) (II Plan/D 67); El Agua en España, 1977 (A/Esp77); Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica-Avance 80, MOPU-CIPH (1980) (CIPH Av 80); El Agua en España, 1985 (A/Esp85); Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional, MOPT(1993) (PHN 93) y Planes Hidrológicos de cuenca (PHC).

Las incertidumbres sobre la evolución de población y sus tendencias ya han sido comentadas en epígrafes anteriores. En cuanto a las dotaciones, sus valores se encuentran estrechamente ligados al nivel de vida (generalmente entendido como nivel de renta), aunque condicionados por las políticas tarifarias y por la eficiencia y sistema de gestión de las redes de suministro. La actual tendencia mundial en este sentido se dirige hacia una estabilización de las dotaciones de agua en los municipios que ya han alcanzado un suficiente grado de desarrollo. Sin embargo, el análisis de la evolución histórica de los valores normativos de dotaciones en los países desarrollados revela una tendencia creciente en las dotaciones de las poblaciones pequeñas y decreciente, salvo algunas excepciones, en las poblaciones de mayor tamaño.

Para ilustrar estos problemas de proyección, los gráficos de la figura 208 muestran diferentes previsiones, realizadas en publicaciones oficiales durante los últimos treinta años, relativas a demandas de abastecimiento urbano en las distintas cuencas hidrográficas. Las desviaciones son -en algunos casos- verdaderamente llamativas.

Estas previsiones, basadas en las tendencias históricas registradas, no pudieron pronosticar la inflexión y el estancamiento que se producirían en el crecimiento de la población, y las crisis económicas a partir de los años 70, lo que dio lugar a las importantes desviaciones que muestran las figuras. Estas desviaciones han tenido ciertas repercusiones. Así, y como ejemplo, en

el caso del Tajo se vio afectado el trasvase Tajo-Segura, que se había proyectado teniendo en cuenta el reordenamiento hidráulico que el rápido crecimiento de Madrid iba a operar en la cuenca, con incorporación al abastecimiento de la ciudad de recursos procedentes de los ríos Guadarrama, Alberche y Tiétar. En el caso de Cataluña las previsiones llegaron a plantear el trasvase desde el Ebro, que, finalmente, y ante la evolución real -mucho menor que la prevista- de las demandas urbanas e industriales, quedó limitado a la transferencia de recursos al área de Tarragona.

La figura 209 resume estas previsiones para el total de España, y pone de manifiesto las importantes diferencias encontradas. Las previsiones más moderadas son, como puede verse, las de los recientemente aprobados Planes hidrológicos de cuenca, con cifras del orden de la mitad de otras proyecciones anteriores.

En cuanto a datos básicos, una de las fuentes de información más valiosas sobre el consumo urbano en España son las 5 encuestas realizadas por la AEAS (años 1987, 1990, 1992, 1994 y 1996) entre las empresas de suministro de agua potable. En la encuesta de 1996 (AEAS, 1998), última disponible, se llegan a recoger datos directos del 66% del censo de población (con un 40% del censo en núcleos de tamaño inferior a 20.000 habitantes, y un 93% en núcleos superiores a 20.000 habitantes). Existe menos información a medida que el tamaño de los núcleos disminuye, aunque estos municipios pequeños son la gran mayoría es

España. Para los núcleos de tamaños inferior a los 20.000 habitantes, una fuente importante de información es también, como veremos, la proporcionada por la Encuesta sobre Infraestructura y Equipamiento Municipal promovida por el Ministerio para las Administraciones Públicas en 1986, y que contiene interesante información sobre los sistemas de abastecimiento.

3.3.2.3. Demanda industrial

Por lo que se refiere a la demanda industrial, los datos disponibles suelen referirse a la gran industria, que dispone de fuentes de abastecimiento propias. La pequeña y mediana industria, sin embargo, se suele incluir dentro del sector de abastecimiento urbano, lo que conduce en general a una infravaloración de la demanda industrial. Los Planes hidrológicos de cuenca ofrecen valiosa información al respecto, si bien no siempre son comparables entre sí dada la diferente interpretación respecto a la parte de la industria que se considera dentro de la demanda urbana.

Existe, por otra parte, un escaso conocimiento sobre la demanda real de cada una de las industrias, debido a su gran dispersión (tanto territorial como sectorial), a la propia complejidad del uso industrial, y a la falta de controles estadísticos sistemáticos sobre el consumo de agua, más allá de la facturación en el caso en que se adquiera de la red municipal. Esta falta de conocimiento preciso supone uno de los principales problemas en la evaluación de la demanda industrial, y ha dado lugar a que se tienda a establecer las dotaciones en función de la superficie ocupada, en el caso de polígonos industriales, o del número de empleados, en el caso de industrias concretas, sustituyendo así las dotaciones referidas a unidad de materia prima o de producto, que -considerando la evolución tecnológica- podrían ser más exactas.

De este modo, las dotaciones se expresan generalmente en forma de valores medios para sectores industriales más o menos amplios, lo que puede proporcionar estimaciones globales medias razonables, pero conducir a errores importantes a escalas reducidas. Además, estos valores pueden diferir ampliamente en función de la fuente consultada debido, fundamentalmente, a las diferencias de consumo existentes entre industrias del mismo sector e incluso del mismo tipo de proceso.

En el caso de las demandas futuras las dificultades para su evaluación son mayores, pues deben añadirse las incertidumbres sobre la evolución del desarrollo industrial, que no suele obedecer a fenómenos continuos y predeterminables, sino a decisiones puntuales y coyunturales y, por tanto, difíciles de predecir a medio y largo plazo.

3.3.2.4. Demanda agraria

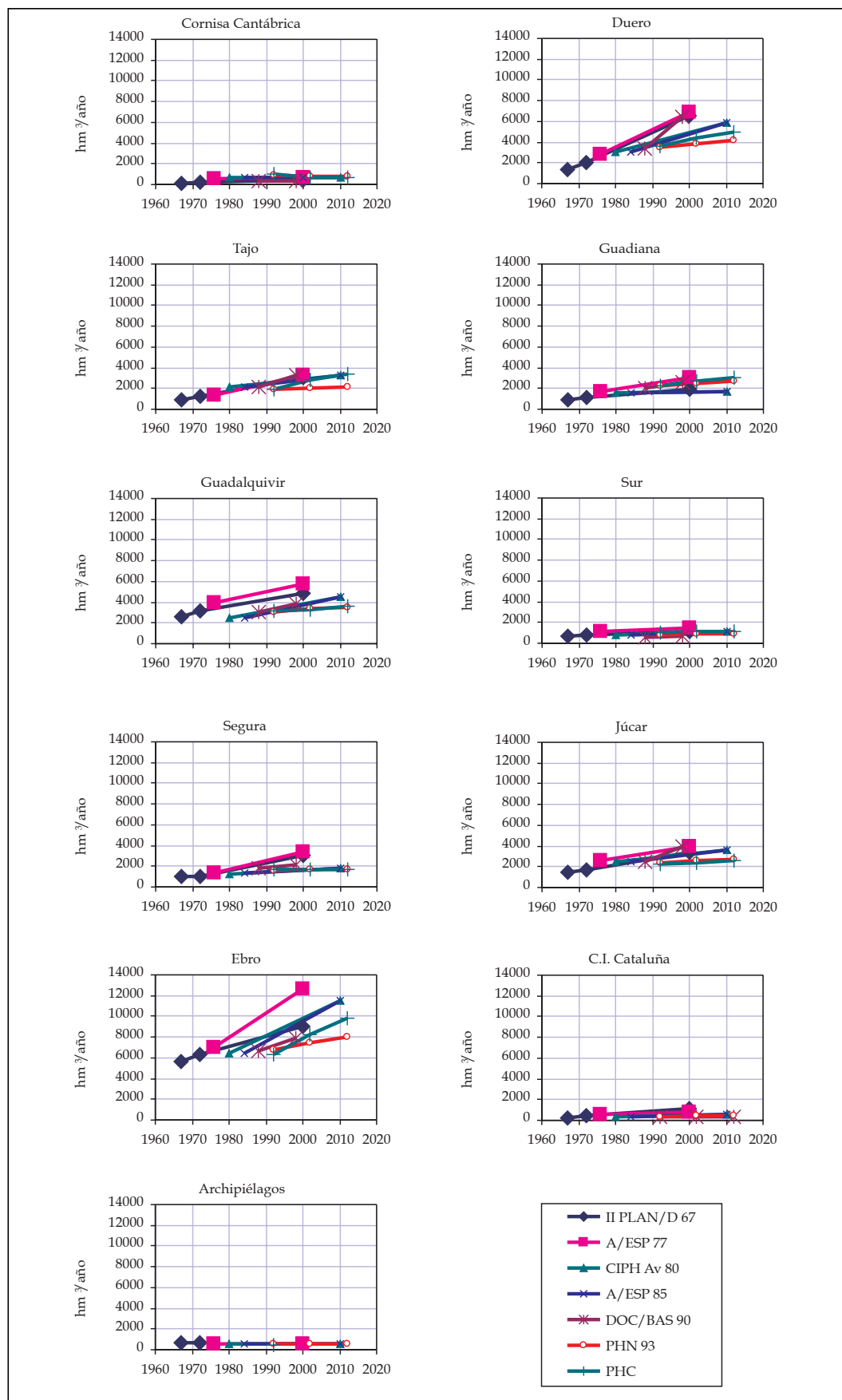
En cuanto a las demandas y usos agrarios, la necesidad de su adecuado conocimiento se evidencia en su magnitud, que representa, aproximadamente, el cuádruple del resto de usos consuntivos. Algunas de las principales dificultades para su estimación proceden de la diversidad de factores que la determinan: superficies, variables meteorológicas, dedicación productiva, características de suelo y agua, tipología de métodos de riego parcelarios y condiciones de manejo, tipología de redes de conducción y distribución y condiciones de operación, etc.

Algunos de estos factores presentan, además, una apreciable variabilidad interanual. Este es el caso de los factores meteorológicos (temperatura y precipitación, fundamentalmente), que determinan las necesidades hídricas de los cultivos implantados, la superficie y ubicación de cada cultivo, la extensión total regada y la delimitación del mosaico de parcelas que efectivamente se riegan.

Un ejemplo de la variación de la demanda por factores meteorológicos puede encontrarse en un estudio realizado en 30 zonas de riego de la cuenca del Duero (CEDEX, 1992), donde se aprecia que el promedio de la demanda neta teórica de dichas zonas oscila, según los años, entre el 80 y el 120% de la demanda de un año medio, pudiendo alcanzarse, en algunas zonas concretas, desviaciones considerablemente superiores (desde el 60 al 170%). Como ejemplo de las fuertes variaciones interanuales en las superficies de los diferentes cultivos puede citarse que las superficies nacionales de regadío de girasol y maíz han oscilado, en el periodo 1991-1994, entre 169.000 y 576.000 ha en el caso del girasol y entre 176.000 y 366.000 ha en el del maíz (datos del MAPA).

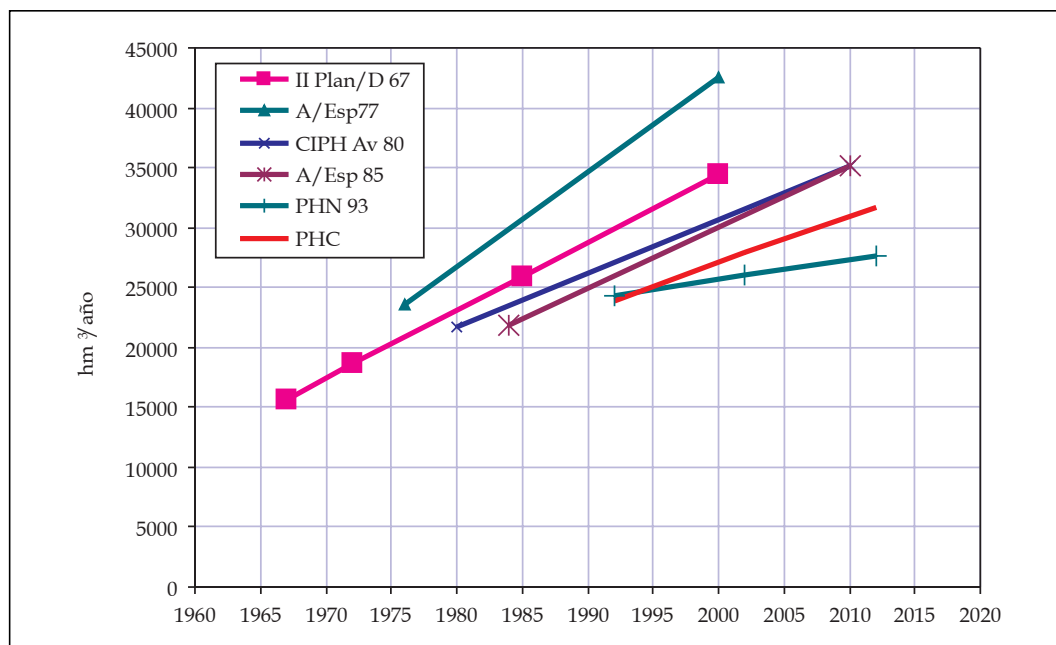
Todo esto debe advertirnos sobre un hecho importante, y que conviene subrayar, y es el de la imposibilidad práctica de conocer con absoluta exactitud, a la escala de las grandes cuencas hidrográficas, las superficies realmente regadas en un año concreto. Este dato es siempre desconocido y solo puede disponerse de él mediante estimaciones, más o menos aproximadas según la finura y detalle del estudio que se realice. Lo verdaderamente pertinente a los efectos de la planificación hidrológica es la superficie realmente descriptiva de la situación actual (entendiendo por tal una media de los últimos años representativos), y ésta es la comúnmente ofrecida en los recientes Planes hidrológicos de cuenca.

Para una determinada unidad de demanda agrícola, su demanda bruta anual y su distribución mensual se evalúan habitualmente en planificación a partir de la superficie regada, de la distribución superficial de los



Fuentes: II Plan de Desarrollo Económico y Social, PG(1967) (II Plan/D 67); El Agua en España, 1977 (A/Esp77); Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica-Avance 80, MOPU-CIPH (1980) (CIPH Av 80); El Agua en España, 1985 (A/Esp85); Documentación Básica, MOPU-DGOH(1990) (Doc/Bas 90); Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional, MOPT(1993) (PHN 93) y Planes hidrológicos de cuenca (PHC).

Figura 211. Distintas previsiones de evolución de la demanda global de regadío



Fuentes: II Plan de Desarrollo Económico y Social, PG(1967) (II Plan/D 67); El Agua en España, 1977 (A/Esp77); Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica-Avance 80, MOPU-CIPH(1980) (CIPH Av 80); El Agua en España, 1985 (A/Esp85); Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional, MOPT(1993) (PHN 93) y Planes hidrológicos de cuenca (PHC)

cultivos implantados, de las necesidades hídricas netas por unidad de superficie (*dotación*) de cada uno de esos cultivos, y de las pérdidas que se producen en la distribución y aplicación del agua. Para cuantificar estos factores se requiere disponer de un conjunto relativamente complejo de datos básicos y coeficientes empíricos, y aplicar determinados procedimientos para la valoración de varios parámetros intermedios.

La evaluación de estos factores, que son espacial y temporalmente muy variables, presenta ciertas dificultades que proceden de la variedad de situaciones, de algunas carencias de datos básicos, de limitaciones en cuanto a la disponibilidad de coeficientes empíricos, de cierta diversidad de procedimientos en la evaluación de parámetros intermedios y carencias en cuanto a su contraste empírico, y de la relativa escasez de mediciones y aforos y, en consecuencia, de la ausencia de un catálogo contrastado y universalmente admitido de dotaciones prácticas de riego tipificadas para todo el territorio nacional. Un ilustrativo ejemplo, paralelo al anterior de las superficies, de las fuertes variaciones de dotación de los cultivos, es el proporcionado por el pimiento del Poniente almeriense cultivado en invernaderos, principal producción bajo plástico de la zona (más de 7.000 has). Pese a tratarse del mismo cultivo (pimiento), la misma zona (poniente almeriense) y el mismo tipo de regadío (suelo enarenado y goteo), la dotación de agua de las diferentes explotaciones, en las campañas 93/94 y 94/95, ha oscilado entre 1907 y 5.168 m³/ha/año, debido a los diferentes ciclos, las distintas variedades de pimientos, las diferencias de los

invernaderos, y las distintas prácticas de riego. Entre las dos campañas, los valores medios globales han sido de 3.711 y 3.831 m³/ha/año respectivamente (datos de Pérez y Carreño, Caja Rural de Almería, Estación Experimental de las Palmerillas).

Como antes se indicaba en relación con las superficies, lo importante a los efectos de la planificación hidrológica es la obtención de dotaciones medias zonales, descriptivas de la situación actual (entendiendo por tal una media de los últimos años representativos), y éstas son las comúnmente ofrecidas en los recientes Planes hidrológicos de cuenca.

En cuanto a la demanda ganadera, frecuentemente considerada junto con la de regadío para constituir entre ambas la demanda total agraria, resulta ser - como veremos en su epígrafe específico- de una cuantía absolutamente despreciable frente a la de los riegos, por lo que no se suele analizar de forma pormenorizada, y se considera subsumida en la primera.

Para la previsión de las demandas futuras se necesita, además, disponer de previsiones sobre las superficies de los nuevos regadíos, cuestión cuya dificultad es bien sabida, su dedicación productiva, afectada por la relativa incertidumbre agroeconómica actual, los ahorros potenciales derivados de las acciones de modernización programadas y, en alguna medida, sobre los posibles cambios climáticos. Todo lo anterior, que incorpora dificultades adicionales, induce a tratar las demandas futuras de riego planteando algunos escenarios prudentemente diversificados.

De forma ilustrativa, y como se hizo para la demanda urbana, en los gráficos de la figura 210 se muestran diferentes previsiones, realizadas en publicaciones oficiales durante los últimos treinta años, relativas a demandas de agua para riego en las distintas cuencas.

Asimismo, la figura 211 resume estas previsiones para el total de España, y muestra también como las previsiones más moderadas son las de los Planes hidrológicos de cuenca, y del Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional de 1993.

Las limitaciones y dificultades que se han expuesto hacen que a veces surjan reservas sobre la fiabilidad de los valores asignados a las dotaciones y demandas de riego. Conviene señalar, sin embargo, que su evaluación, dado el número de datos y parámetros que en ella intervienen y su variabilidad, no es una cuestión fácil. Tampoco es un problema exclusivo de las zonas de riego españolas, sino que es habitual en numerosos regadíos de todo el mundo. Ello se evidencia en las dificultades que se plantean al tratar de obtener información sobre estas materias -por ejemplo sobre las pérdidas de agua- en las zonas de riego de los distintos países. Hay que tener además en cuenta que la diversidad del medio físico en que se asientan los regadíos hispanos y la variedad de sus características sociales e infraestructurales acrecientan las dificultades de su tratamiento.

Debe señalarse, sin embargo, que la utilización de herramientas como la teledetección, los sistemas de información geográfica, la creación de bancos de datos de dotaciones y demandas reales, y el empleo de los actuales procedimientos experimentales y de cálculo, permiten afrontar el problema con unos nuevos elementos, muy recientemente disponibles, y que, aunque no han resuelto aún completamente el problema, ya están produciendo avances significativos en la mejora del conocimiento de las demandas y usos del agua para riego.

3.3.2.5. Requerimientos ambientales

En cuanto a los requerimientos ambientales, debe decirse que precisan un tratamiento especial, pues no suponen un uso del agua, al menos en un sentido reglamentario estricto, sino que, en rigor, y conforme se indicó al describir el concepto de recursos disponibles, constituyen restricciones en la propia utilización del agua del medio natural.

Estas restricciones pueden perseguir la protección, en determinadas zonas y periodos, de las funciones naturales del agua mediante la preservación de flujos, de niveles, de volúmenes o de sus características físico-químicas. Evidentemente, estas restricciones pueden

suponer una limitación de los recursos disponibles para los diversos usos, pero es dudoso que constituyan un uso en sí mismas. Así parece concebirlo la propia Ley de Aguas al diferenciar expresamente, en el capítulo relativo a asignaciones y reservas, las necesarias para usos y demandas actuales y futuros de las correspondientes a la conservación y recuperación del medio natural, y así parece deducirse de la relevancia constitucional que tiene la preservación del medio, como sustrato sobre el que, de forma armónica y respetuosa, han de asentarse las otras actividades.

Al margen de esta consideración, la primera dificultad que se plantea en la definición de los requerimientos ambientales es terminológica. Si se pretende recuperar las condiciones primigenias de biodiversidad, especies y ecosistemas anteriores a la detracción de caudales del medio, el término podría ser *caudal ecológico*, de frecuente utilización en España. Pero si se intenta preservar las condiciones ambientales actuales, resultado de las actuaciones llevadas a cabo a lo largo de la historia, un término más adecuado podría ser *caudal de mantenimiento*.

La segunda dificultad surge en la propia estimación de los volúmenes necesarios para preservar las condiciones ambientales. Para determinar con cierta precisión este volumen es necesario disponer de un conocimiento exhaustivo de los elementos que conforman el medio físico de los ríos y sus ecosistemas asociados, y sus interrelaciones y dependencias mutuas. Es decir, es necesario conocer las especies y formaciones de vegetación de ribera y acuática y su distribución espacial, las especies y comunidades animales dependientes de los ríos, las tipologías de cauces existentes, etc. Una vez conocidos estos parámetros sería posible evaluar las necesidades de agua de cada uno de los elementos descritos, tarea para la que se necesitan considerables recursos económicos y humanos y que es difícil de abordar técnicamente.

Los requerimientos ambientales en España han sido abordados con carácter normativo en la legislación autonómica relativa a la protección de la pesca y la preservación de los ecosistemas acuáticos. Las consideraciones establecidas por las Comunidades Autónomas en su legislación son muy variables. Así, el Principado de Asturias establece distintas fórmulas para determinar el caudal mínimo que debe circular en ríos donde se instalen minicentrales, de acuerdo con las características de la fauna piscícola (truchas, salmones y otros), la Comunidad Foral de Navarra establece caudales ecológicos para una serie de tramos de ríos, Castilla-La Mancha y Galicia establecen el caudal ecológico mínimo como el 10% del caudal medio anual, Castilla y León establece que el caudal circu-

lante mínimo instantáneo no será inferior al 20% del caudal medio interanual en el punto en cuestión, mientras que Extremadura no establece ningún caudal específico. Estas muchas disposiciones legislativas autonómicas para el cálculo de caudales de mantenimiento, cuya lectura puede parecer incoherente, pone de manifiesto en definitiva que *cada río es diferente* y, por tanto, requiere una metodología individualizada.

Por su parte, los Planes de cuenca fijan, aunque no en todos los casos, unos caudales ecológicos o mínimos. Estos caudales son muy dispares, variando desde el 1% al 10% de la aportación media anual. De su análisis no se desprende, en general, la metodología utilizada para su determinación, aunque en algunos casos no parecen obtenerse de acuerdo con los requerimientos ambientales reales, sino en función de los recursos no utilizados en la satisfacción de otras demandas ya comprometidas, y cuya modificación podría requerir expropiación. Este criterio carece obviamente de fundamento teórico, pero puede resultar acertado para impedir un mayor deterioro del medio hídrico.

Nos encontramos, en definitiva, ante un requerimiento hídrico de gran importancia, pero que carece aún, desde el punto de vista conceptual, de una reflexión sobre su propia naturaleza, y una definición y encaje rigurosos en el sistema de usos; desde el punto de vista técnico, de metodologías, modelos y determinaciones globalmente admitidos; y desde el punto de vista jurídico, de la necesaria clarificación competencial y procedimental. Volveremos sobre todo ello más adelante, al estudiar esta cuestión de forma específica, señalando los pasos que se han dado para superar tal situación.

3.3.3. Abastecimiento urbano

Tras la consideración de la situación y problemas del conocimiento de los distintos usos, se procede a la consideración detallada de cada uno de ellos, comenzando por el de abastecimiento a poblaciones.

3.3.3.1. Descripción general

El abastecimiento de agua a las poblaciones es un servicio básico incuestionable para la sociedad de nuestros días, y de obligada e irrenunciable prestación por los poderes públicos. La Ley de Aguas, en su artículo 58, así lo subraya considerando siempre prioritario el uso del agua para esta finalidad.

Pese a su actual consideración de servicio básico, la provisión de agua potable a las ciudades es un viejísimo problema, al que no se dio solución alguna hasta el siglo XIX. Beber agua en el pasado siempre resultaba peligroso, incluso mortal, pues los medios de abaste-

cimiento, cuando existían, acababan rápidamente contaminados por sus propios desechos. Los suministros de agua a las ciudades servían primordialmente para la limpieza y saneamiento, y las bebidas ordinarias para la gente de toda edad fueron, durante los últimos 10.000 años, las alcohólicas cerveza y vino, antisépticas y calóricas (Vallee, 1998). Un análisis de la evolución histórica del abastecimiento urbano en nuestro país, y de las distintas fases de su desarrollo, puede verse en Matés Barco (1999).

Básicamente superado -en las sociedades desarrolladas- el problema de la salubridad y potabilidad del agua de abastecimiento, su actual demanda se caracteriza por la exigencia de un nivel de garantía muy elevado, y una distribución temporal de los suministros necesarios -salvo en zonas turísticas y de segunda residencia- sensiblemente uniforme. Además, y en comparación con otros usos, las condiciones de calidad del suministro son obviamente más exigentes, tal y como se vio en los correspondientes epígrafes. Sus retornos se producen de forma puntual y localizada y, en general, con características constantes, por lo que, debidamente depurados, son aptos para su reutilización posterior en usos con menores exigencias de calidad. La cuantía de estos retornos suele evaluarse, convencionalmente, como un 80% del agua suministrada.

Según la encuesta realizada en 1996 por AEAS (1998), la procedencia del agua utilizada, para abastecimientos mayores de 20.000 habitantes, se distribuye entre un 79% de agua superficial, un 19% de agua subterránea (incluyendo 2% de manantiales), y un 2% de otros orígenes (básicamente desalación). El gráfico adjunto muestra la evolución de orígenes del agua (captada+adquirida) según las cinco sucesivas encuestas de AEAS, pudiendo apreciarse un significativo aumento del origen superficial desde 1992, frente al mantenimiento del resto de orígenes.

En las poblaciones menores de 20.000 habitantes las proporciones se invierten, con un 22% de origen superficial, un 70% subterráneo (39 de pozo o sondeo y 31 de manantial), y el resto sin especificar (Sanz Pérez, 1995).

Por otra parte, los usos del agua servida por las redes de abastecimiento urbano incluyen, como se comentó, los correspondientes a las demandas de industrias y servicios conectados. La figura 212 muestra también la proporción relativa de los distintos usos en las sucesivas encuestas de AEAS, pudiendo observarse un cierto mantenimiento de estas proporciones.

Como puede verse, existe una diferencia apreciable entre el agua captada y adquirida, y el agua registrada en contadores para los diferentes usos. Esta dife-

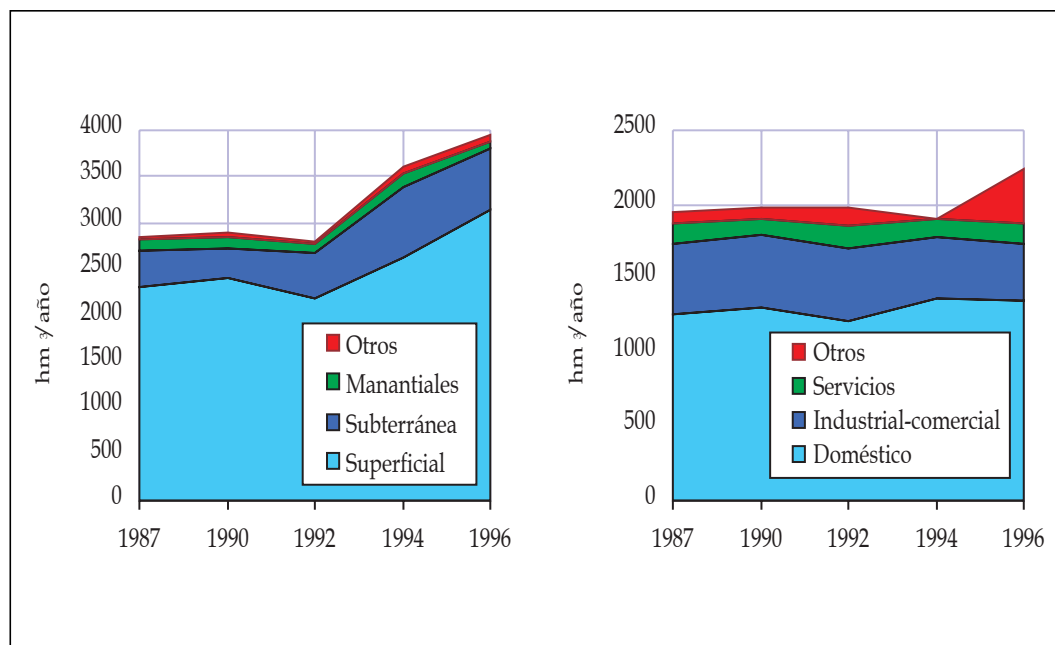


Figura 212. Evolución del origen y usos del agua de abastecimiento urbano en municipios mayores de 20.000 hab.

rencia se debe tanto a las pérdidas desde el origen hasta la puesta en alta, como a las pérdidas y/o falta de registro desde los depósitos de alta, en el proceso de distribución hasta los usuarios finales.

En cuanto a la gestión de los abastecimientos, de acuerdo con la Ley 7/85 Reguladora de las Bases de Régimen Local (arts. 25.2 y 26.1), el abastecimiento domiciliario de agua potable y la colecta y depuración del agua servida son servicios de competencia municipal que deben ser prestados obligatoriamente por los Ayuntamientos. Esta gestión puede hacerse de forma directa (gestión propia, Organismos autónomos o Sociedades públicas) o indirecta (Sociedades mixtas, concesiones, gestión interesada, concierto o arrendamiento).

La gestión puede ser afrontada por un Ente supramunicipal, con la consiguiente economía de escala (en infraestructuras, gestión técnica, gastos generales, etc.). Estos Entes pueden ser de ámbito local (mancomunidades, comarcas, áreas metropolitanas o agrupación de municipios) o autonómico

(Organismos autónomos administrativos, Entes públicos o Empresas públicas).

El régimen de gestión del abastecimiento varía considerablemente con el tamaño de la población, como puede verse en la tabla 59, que refleja los resultados de la encuesta realizada por la AEAS en 1996 (AEAS, 1998) para poblaciones de más de 20.000 habitantes. Se incluyen también los resultados totales de las encuestas realizadas en 1992 y 1944, pudiendo apreciarse una consolidación de la tendencia a encomendar la gestión a sociedades municipales y empresas privadas, disminuyendo la gestión directa de las corporaciones municipales.

A su vez, en poblaciones con menos de 20.000 habitantes, el 60% de los abastecimientos gestionados por los propios Ayuntamientos en 1994 ha pasado al 53% en 1996, mientras que el 24% de gestión por concesión en 1994 ha pasado al 29% en 1996.

La necesidad de aumentar la garantía y calidad del suministro -y el incremento de costes que ello supone-

Régimen de gestión	Porcentaje de cada régimen de gestión según rango de población en 1996				Porcentajes Totales		
	De 20.000 a 50.000 hab.	De 50.000 a 100.000 hab.	Más de 100.000 hab.	Area metropol.	1996	1994	1992
Corporación municipal	8	18	25	0	16	15	37
Sociedades privs. municipales	3	18	31	25	17	23	20
Mancomunidad	0	0	6	0	2	3	6
Concesión a empresa privada	76	53	19	25	48	49	33
Empresa mixta	11	12	14	0	12	4	4
Otros	3	0	6	50	5	6	1

Tabla 59. Régimen de gestión del abastecimiento urbano según rangos de población

Tabla 60. Demandas y dotaciones actuales de abastecimiento urbano por ámbitos de planificación

Ámbito	Demanda urbana (hm ³ /año)	Población 1995 (hab)	Dotación bruta (l/hab/día)
Norte I	77	860.731	245
Norte II	214	1.611.380	364
Norte III	269	1.860.656	396
Duero	214	2.188.134	268
Tajo	768	6.094.487	345
Guadiana I	119	1.322.404	247
Guadiana II	38	376.806	276
Guadalquivir	532	4.753.689	307
Sur	248	1.996.661	340
Segura	172	1.387.446	340
Júcar	563	4.095.927	377
Ebro	313	2.752.928	311
C.I.Cataluña	682	5.562.877	336
Galicia Costa	210	1.961.496	293
Península	4.419	36.825.622	329
Baleares	95	727.553	358
Canarias	153	1.556.329	269
España	4.667	39.109.504	327

, así como la necesidad de completar en los próximos años la depuración de las aguas residuales urbanas, tiende a fortalecer la conveniencia de las agrupaciones de municipios para disminuir los costes unitarios de inversión y explotación. Este hecho, a su vez, puede tender a reforzar la participación progresiva de las compañías especializadas en la gestión del agua de abastecimiento.

3.3.3.2. Uso actual y consumos representativos

De acuerdo con las encuestas realizadas por la AEAS, se estima que el volumen de agua extraído en España

para suministro de población en 1996 fue del orden de unos 4.300 hm³, habiendo oscilado recientemente entre 4.200 y 4.750 hm³/año, según la diferente situación climática. Esta cifra corresponde a la demanda bruta e incluye el consumo de las industrias abastecidas por la red urbana, la población turística y estacional, los usos públicos, los consumos no registrados y las pérdidas. Puesto que no ha habido restricciones sistemáticas ni significativas, este suministro puede equipararse, sin errores apreciables, a la demanda.

La demanda que los Planes hidrológicos de cuenca consideran representativa de la situación actual se puede

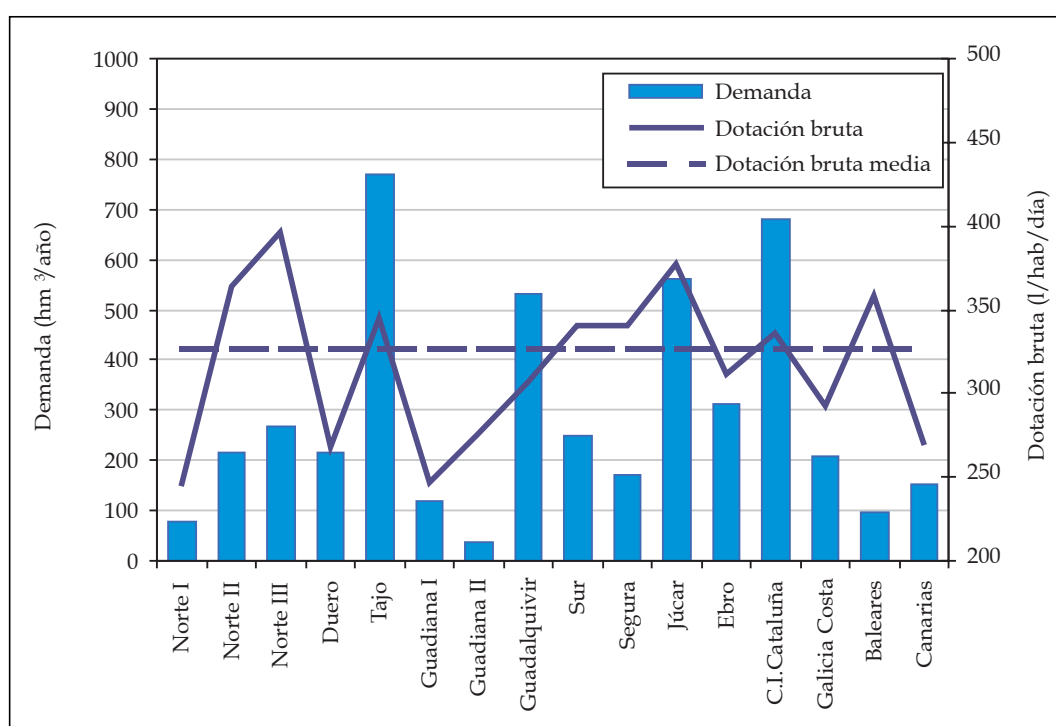


Figura 213. Demandas y dotaciones actuales de abastecimiento urbano por ámbitos de planificación

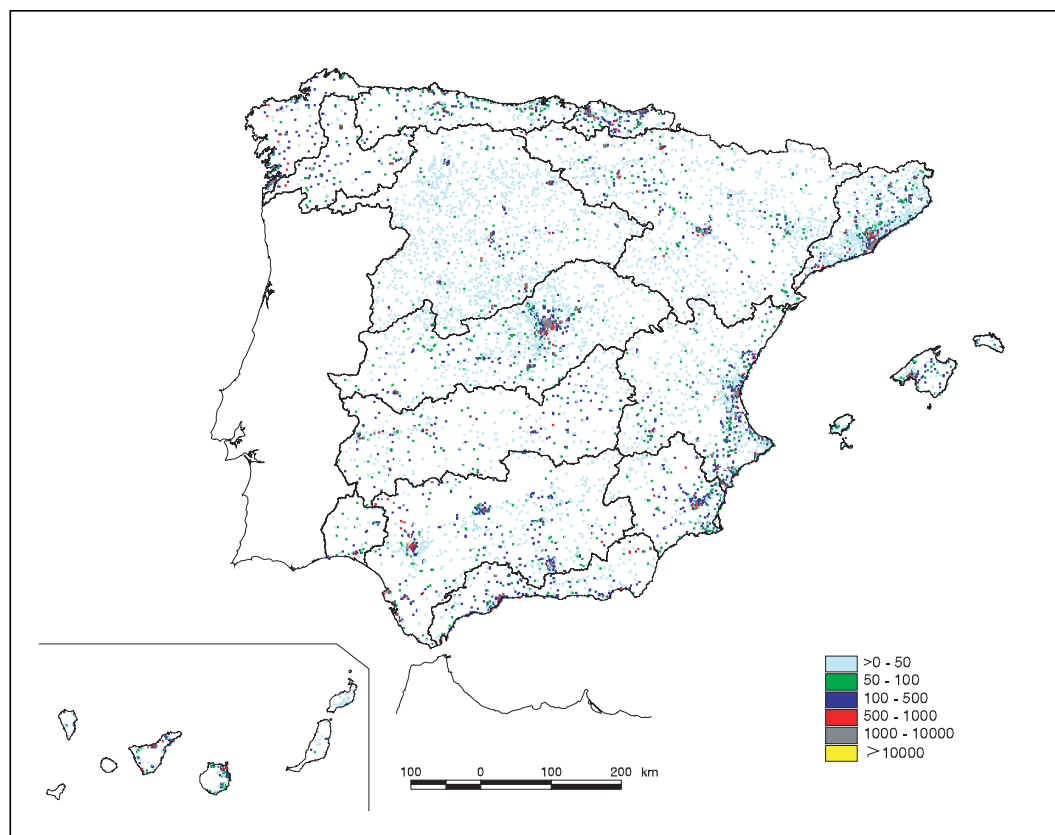


Figura 214. Mapa de distribución espacial de la demanda de abastecimiento de poblaciones (mm/año)

situar en torno a los 4.700 hm³/año (alrededor del 13% de la demanda total para usos urbanos, industriales y de regadío). Su distribución según los distintos Planes se muestra en la tabla 60 y la figura 213, en la que también se han incluido las cifras de población estimada en 1995 (datos del INE) y la dotación bruta media resultante. Esta dotación resulta, como veremos, encajada con la estimada por AEAS en sus encuestas. En algunos casos se ha considerado únicamente la demanda generada del propio ámbito, aún cuando la realmente atendida desde el mismo pueda ser diferente.

Las poblaciones reflejadas en la tabla 60 no incluyen el turismo, y los efectos de deslizamiento por segundas residencias en zonas rurales, por lo que resultan dotaciones más elevadas en aquellos Planes que tienen una importante componente turística. En la cuenca del Júcar, por ejemplo, la población equivalente, teniendo en cuenta la población estacional (que supone 2.600.000 pernoctaciones) sería de 4.870.000 habitantes frente a una población estable de 4.096.000 habitantes.

La distribución territorial de esta demanda es, lógicamente, similar a la distribución poblacional, aunque intensificándose en los puntos de mayor concentración urbana, que requieren disponer de mayores dotaciones.

La figura 214 muestra la distribución espacial de la demanda urbana actual para todo el territorio nacional, ofreciendo su valor -en m³/año- para cada km² del territorio español. A partir de este mapa puede obtenerse la demanda de abastecimiento para cualquier área que se desee (cuenca hidrográfica, municipio, provincia, Comunidad autónoma...), sin más que sumar los valores puntuales dentro del recinto estudiado. Como puede apreciarse, las mayores demandas se localizan en las grandes áreas metropolitanas (Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla y Bilbao), y en el litoral mediterráneo.

Este mapa se ha obtenido a partir de los usos del suelo de CORINE-Land Cover, seleccionando la clase de uso urbano. A cada celda del territorio, de dimensión 1x1

Población	Dotación (red) 1994 (l/hab/día)	Dotación (red) 1996 (l/hab/día)
Entre 20.000 y 50.000	238	301
Entre 50.000 y 100.000	264	241
Superior a 100.000	289	296
Áreas metropolitanas	295	322
Media	265	289

Tabla 61. Dotaciones (suministro a la red) en función del tamaño de población

Tabla 62. Evolución reciente de la dotación de abastecimientos media en España

Año	Dotación media (l/hab/día)
1987	309
1990	313
1992	302
1994	265
1996	289

km, se le asignó un valor representativo de la fracción (entre 0 y 1) de ocupación de uso de suelo urbano. Por otra parte, se asignó a cada celda una dotación unitaria según las recomendaciones de la O.M. de 1992, de coordinación técnica, en función del número de habitantes de la población a la que pertenecía, obtenido por superposición con el mapa del censo de población municipal. Las demandas definidas en los Planes Hidrológicos se distribuyeron territorialmente conforme a estos resultados, garantizándose así tanto la preservación de los volúmenes agregados como su distribución a la escala de los núcleos de población.

En cuanto a dotaciones, las obtenidas en las encuestas de AEAS de 1994 y 1996, referidas al volumen de suministro a la red, se muestran en la tabla 61 para diferentes tamaños de población.

Como puede apreciarse, las dotaciones tienden a disminuir con el tamaño de la población, lo que se explica por el creciente efecto de escala de los equipamientos y servicios. Para poblaciones inferiores a 20.000 habitantes, la dotación media continúa disminuyendo, aunque existen importantes diferencias entre las diversas poblaciones.

Con independencia del distinto origen de los datos, estas dotaciones se diferencian de las dotaciones bru-

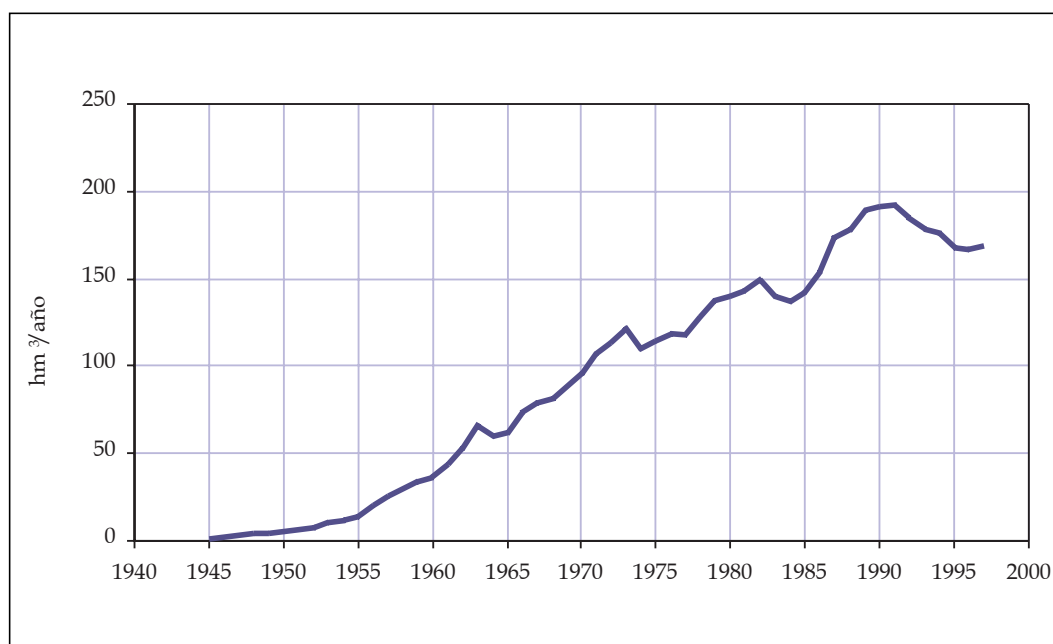
tas en las pérdidas que se producen hasta el origen de la red, en los depósitos de alta.

Por otra parte, la evolución en los últimos años de estas dotaciones revela una cierta disminución en 1992, junto con una bajada muy apreciable en 1994, al menos en los núcleos de más de 20.000 habitantes, tal y como muestra la tabla 62 (datos de AEAS).

En el descenso de la dotación de los años 1992 y 1994 debe tenerse en cuenta la presencia de una fuerte sequía, con su correspondiente moderación de la demanda, y las medidas de ahorro y de reducción de fugas llevadas a cabo en un buen número de poblaciones. En 1996 la dotación se recupera, pero a niveles más contenidos que los del comienzo de la década, permaneciendo el buen efecto de moderación de consumos inducido por la sequía.

Como muestra característica de esta evolución, y ejemplo ilustrativo de una tendencia que parece relativamente generalizada, se presenta en la figura 215 la serie de volúmenes anuales suministrados en alta por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla para atender los consumos de sus municipios (76 pertenecientes a Murcia, Alicante y Albacete, con un total próximo a los 2 millones de personas), Organismos y Entidades mancomunadas (MCT [1995]; MCT [1998]).

Figura 215. Evolución de los volúmenes anuales suministrados por la Mancomunidad de Canales del Taibilla



Año	Agua no registrada
1987	30%
1990	32%
1992	29%
1994	28%
1996	29%

Tabla 63. Evolución porcentual del agua no registrada en abastecimiento urbano

En ella se observa un fuerte crecimiento continuo - pese a algún altibajo-, desde sus orígenes en los años cuarenta, hasta la década de los ochenta. El máximo se alcanza en torno al año 1990 y, desde esa fecha, hay un ligero decremento o estabilización del volumen servido. También es claramente perceptible en la serie el efecto de las restricciones que se aplicaron en las sequías del 83 y del 94. Más adelante se verá como este patrón de comportamiento no es exclusivo sino que, como se dijo, parece generalizado a otros sistemas de abastecimiento.

En este caso concreto hay que tener en cuenta que la evolución inicial no es totalmente debida a un aumento de la demanda, sino a que se iban incorporando nuevos municipios y ampliando las redes servidas. Asimismo, hay algunos municipios que también disponen de recursos propios, cuya consideración podría modificar ligeramente las tendencias globales apuntadas.

Pese a todo, parece apreciarse que, una vez alcanzada la madurez de la red, y conectados y atendidos todos sus municipios, no cabe esperar nuevos aumentos continuados muy significativos, salvo los que procedan de un ligero aumento vegetativo o de demanda de las pequeñas industrias conectadas (sensibles a la coyuntura económica), alguna nueva incorporación, posibles mejoras de dotación, o crecimiento del turismo costero.

En cuanto a la estacionalidad de la demanda urbana, se ilustra con claridad en la siguiente figura, en la que se muestra la distribución porcentual de las demandas de abastecimientos urbanos de toda la cuenca del Segura, de sus municipios industriales, agrícolas y turísticos, y del abastecimiento agregado de San Javier, La Ribera y La Manga. Ello permite apreciar los efectos sobre esta demanda del nivel de agregación espacial.

Como puede observarse, el efecto estacional es lógicamente más acusado a medida que la unidad de demanda es más pequeña y su especialización turística es mayor. Puede incluso llegar a ser tan intenso como el de una demanda de regadíos, tal y como se aprecia en la figura 216, en la que se ha incluido también, a estos efectos comparativos, la distribución estacional media de los riegos en la cuenca del Segura.

En lo que se refiere a pérdidas y agua no controlada, una parte del agua distribuida no es registrada por las entidades suministradoras. Estos volúmenes suelen corresponder a la limpieza de calles y riego de jardines, errores de medición y pérdidas, tanto en tratamiento como en distribución. El valor medio de estas cantidades no registradas oscila entre un 34% en el caso de las grandes áreas metropolitanas y un 24% en las poblaciones inferiores a 20.000 habitantes. En las poblaciones superiores a 20.000 habitantes este valor

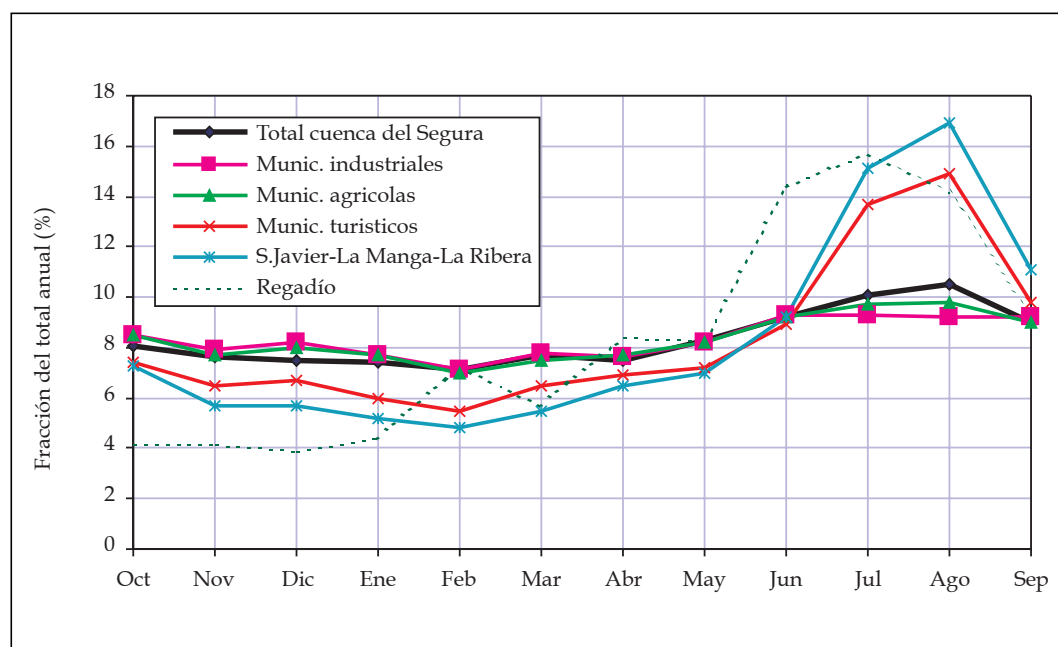


Figura 216. Ejemplos de distribución estacional de las demandas de abastecimiento a distintas escalas espaciales

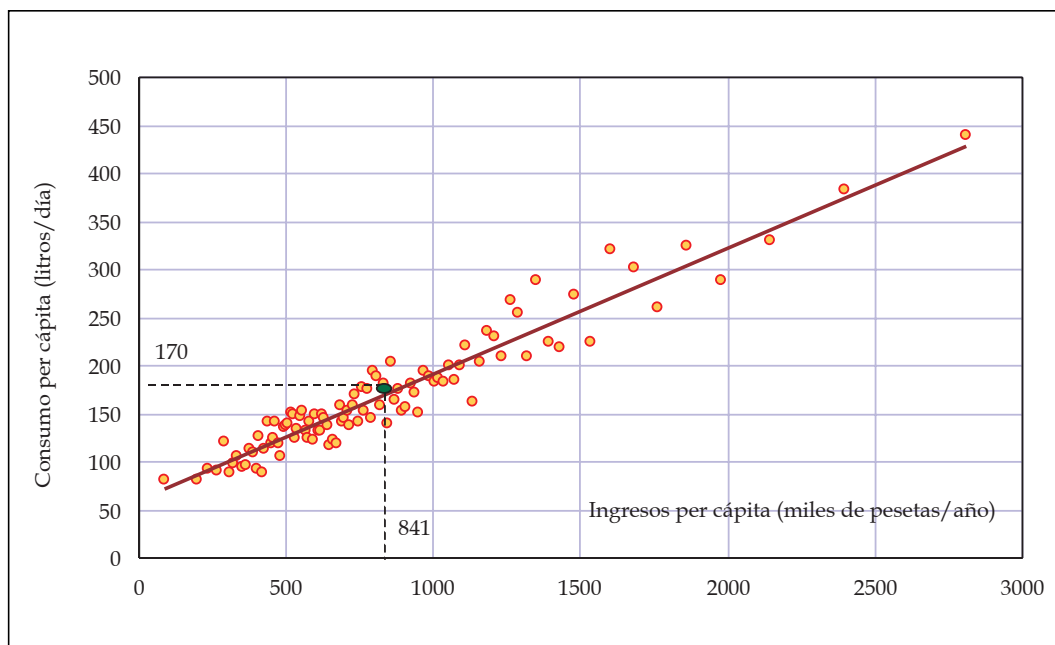


Figura 217. Relación entre consumo de agua e ingresos

se sitúa relativamente estable, en torno al 30%, según se muestra en la tabla 63 (datos de AEAS). En poblaciones inferiores a 20.000 habs., el porcentaje es algo mayor (en torno al 31% en 1996).

Como se vio, el consumo doméstico es, con diferencia, la parte más importante del uso urbano.

A fin de caracterizar mejor este segmento, se ha realizado un análisis específico a partir de los datos recogidos en la Encuesta de Presupuestos Familiares 1990-1991. Esta encuesta se realizó sobre una muestra de 21.155 hogares distribuidos por todo el territorio nacional. Aunque en esta encuesta no se mide directamente el consumo de agua, permite disponer de información sobre las variables socioeconómicas implicadas, y ofrece una buena muestra, espacial y sin sesgos, de los hogares españoles.

Se han analizado individualmente los gastos en consumo de agua que se registran en todas las capitales de provincia españolas de las que se disponía de información completa sobre la estructura tarifaria real, y se ha estimado el consumo de agua por hogar.

Aunque, evidentemente, la demanda de agua en las viviendas puede depender de su carácter unifamiliar o multifamiliar, de la dotación de elementos sanitarios, del equipamiento en electrodomésticos, de los hábitos de consumo, etc., puede estimarse que una variable que sintetiza bien todos estos elementos es el ingreso familiar ya que, de alguna manera, está siempre subyacente en los anteriores, y parece imponerse a otros factores como los tarifarios. Por esta razón, los consumos familiares de agua anteriormente calculados se han relacionado con los ingresos familiares, obteniendo el resultado que se muestra en la figura 217, donde

ambas variables se representan referidas a cada miembro de la unidad familiar.

Sin perjuicio de que el ingreso familiar no es el único factor explicativo de los consumos domésticos, merece la pena destacar, en primer lugar, que, contrariamente a lo que se mantiene en ocasiones, parece existir una apreciable correlación entre ambas variables, a pesar del insignificante papel que se otorga al recibo del agua en el gasto familiar. A este respecto debe señalarse la baja participación que, según la citada encuesta, tienen los gastos en agua en el gasto total de las familias, tan sólo un 0,5% en la media nacional, con valores que oscilan desde el 0,3% (en Álava, Ávila, A Coruña y Lleida) hasta el 0,9% (archipiélago canario). En la península, los valores más altos se registran en Murcia (0,7%) y Barcelona (0,6%). Estas diferencias son más atribuibles a distintos precios que a diferencias en el consumo. El gasto medio anual en agua es de 3.600 pesetas (de 1991) per cápita (4.300 si se refiere sólo a las capitales de provincias).

En segundo lugar, son especialmente relevantes los valores obtenidos para la elasticidad *consumo de agua/ingresos familiares*: 0,61 de valor medio, con 0,51 para el conjunto de familias con ingresos inferiores a la media y 0,81 para aquellas con ingresos superiores a la media. Dentro de este último grupo, la primera mitad del tramo, que es la de mayor interés por la previsible evolución futura de los ingresos familiares, registra un valor de 0,66.

Es interesante destacar el valor medio resultante del consumo, que se sitúa en 170 l/hab/día. Cabe recordar que esta cifra se refiere exclusivamente al consumo doméstico, por lo que habría que añadir el resto de

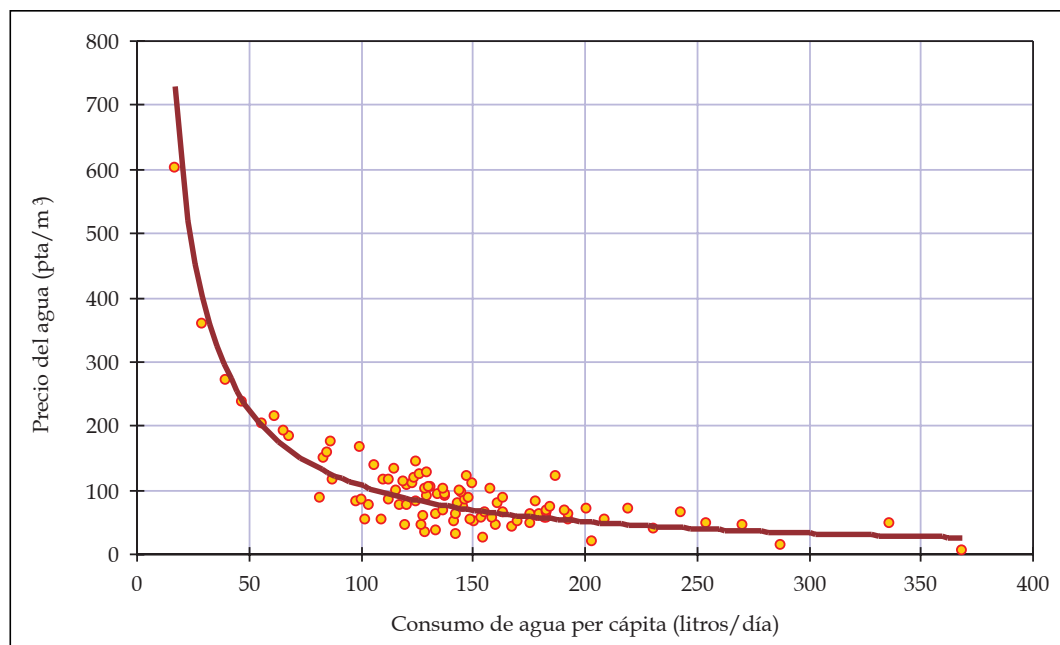


Figura 218. Curva de consumos de agua frente a precios en abastecimientos domésticos

consumos no domésticos (comercial-industrial y servicios públicos) para obtener la dotación urbana total.

Si se supone un crecimiento medio real del PIB entre el 2,5% y el 3,0% anual para los próximos años, y se admite que este aumento se traslada a los ingresos familiares en la misma proporción y se mantienen las actuales pautas de comportamiento en el consumo y la relación precio del agua/ingreso familiar, cabría pronosticar un incremento medio para el consumo de agua per cápita comprendido entre el 1,7% y el 2,0%, en términos anuales acumulativos. Estas cifras corresponden, por tanto, a una hipótesis de trabajo que asume una evolución paralela de la demanda urbana de agua y el PIB, *ceteris paribus*, como suele hacerse en estudios económicos. En todo caso, es obvio que ésta no debe tomarse como la única aproximación posible a esta cuestión, de cara a efectuar una prognosis fiable de la situación futura. De hecho, en países como Alemania, tras una evolución inicialmente paralela del PIB y del consumo urbano de agua, se produjo una clara divergencia de ambas variables a partir de los años ochenta, con evoluciones claramente diferentes (Gundermann [1993], p.220). A ello hay que añadir los posibles efectos de saturación de la demanda, que en algunas ciudades como Madrid o Barcelona podría ya haberse alcanzado (Sánchez González, 1993). Sin embargo, las cifras anteriores pueden entenderse como una señal de alerta para introducir las oportunas medidas correctoras en los hábitos de consumo, resaltando la importancia de las prácticas orientadas al ahorro y equilibrando los posibles crecimientos.

Utilizando la misma fuente se ha determinado, además, una posible curva de demanda agregada de este

sector, que se presenta en la figura 218. Debe destacarse el valor de la elasticidad obtenida: -0,57, igual al observado en estudios realizados para ciudades del sur de California (refs. en Jové Vintró [1993]; Baumann et al. [1998]).

Los elevados precios de los tramos de bajo consumo corresponden, fundamentalmente, a viviendas secundarias con escaso grado de ocupación temporal, por lo que el coste del servicio, al referirse a pequeños consumos, da lugar a altos precios unitarios, no estrictamente homogéneos con el resto de datos.

Aunque estos resultados presentan una relativa dispersión, y no se alinean según la clásica curva de demanda, permiten apreciar una cierta respuesta de esta demanda frente al precio del agua. La rigidez resultante, al menos de acuerdo con las hipótesis realizadas en este análisis, podría no ser tan acusada como se pone de manifiesto en algunos de los numerosos trabajos realizados sobre esta materia, aunque hay que mostrar ciertas dudas respecto a que se trate en efecto de una respuesta elástica a los precios (curva de demanda) o de una forma estructural de comportamiento vinculada más bien a los sistemas tarifarios y hábitos de vida (razón por la que el eje de abscisas se denomina de consumos -que son los observados-, y no de demandas).

La razón es que, como se ha comprobado reiteradamente, el consumidor urbano no tiene una clara percepción de cuál es el precio que paga por el agua consumida, especialmente ante tarifas en bloques crecientes, por lo que difícilmente va a reaccionar ante tales estímulos de precios. Ello significa que podría, quizás, producirse una elevación de precios generalizada, y mantenerse una curva similar desplazada hacia arriba,

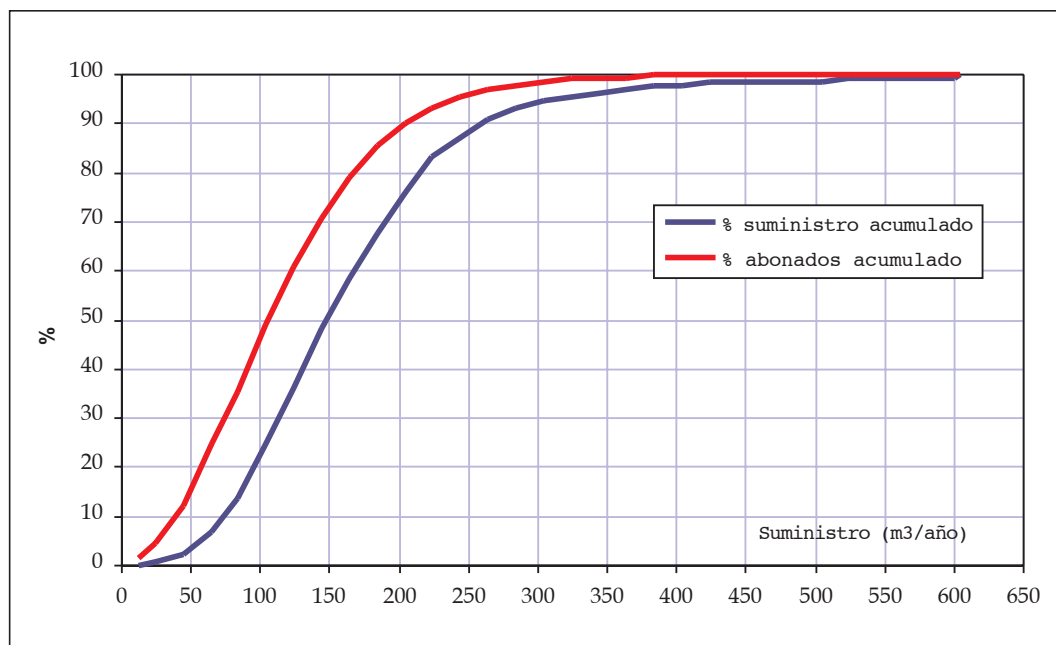


Figura 219.
Distribución de
abonados y suministro
doméstico en el área
de Barcelona

en lugar de reducirse los consumos observados. La experiencia de las empresas del sector apunta, en efecto, a comportamientos inelásticos ante variaciones incluso importantes del precio, sobre todo en los tramos de demandas más reducidas. Diferente es el caso de los usos industriales, donde sí existe mayor elasticidad frente al precio, y este efecto, junto con el de las mejoras tecnológicas, puede dar lugar, como se ha constatado, a reducciones de consumo.

Son muy escasos en nuestro país los trabajos tendentes a caracterizar sistemáticamente las funciones de demanda de los abastecimiento urbanos. Un problema básico es el de la falta de información estadística suficiente, lo que tiende a mejorarse con la progresiva incorporación del sector a las cuentas del INE.

Es interesante también conocer la distribución estadística del suministro de agua a los abastecimientos domésticos, tal y como se muestra en la figura 219 (Generalitat de Catalunya, 1999).

En ella puede verse la distribución acumulada del porcentaje de abonados y el suministro de agua en relación al volumen anual doméstico suministrado (m³/año). Estas distribuciones se han obtenido por muestreo del suministro trimestral a casi 1 millón de abonados en Barcelona y su área metropolitana, con un suministro total de 26 hm³/trimestre, y pueden en consecuencia considerarse muy representativas de las zonas urbanas catalanas y, por extrapolación, de las áreas metropolitanas del resto del país.

Como se observa, el 25% de los suministros concentra el 50% del suministro, mientras que 1/6 del suministro máximo se proporciona al 50% de los abonados. La cola derecha de la distribución es muy tendida, con

solo un 10% del suministro por encima de los 250 m³/año, y un 10% de los abonados por encima de los 200 m³/año (equivalentes a 550 l/abonado/día).

3.3.3.3. Régimen de tarifas

En España existe una compleja estructura tarifaria del agua de abastecimiento, derivada tanto de los diferentes conceptos contemplados como de los distintos sistemas de gestión, lo que limita seriamente las conclusiones que se pueden obtener de las escasas estadísticas existentes sobre precios del agua.

Las diferencias comienzan en la red en *alta*, gestionada por las Confederaciones Hidrográficas en las cuencas intercomunitarias y por los Organismos equivalentes de las Comunidades Autónomas en las cuencas intracomunitarias. Posteriormente, el agua se suministra en *baja* a los usuarios por las entidades locales, que optan por uno de los diversos regímenes de gestión anteriormente mencionados. Existen, asimismo, situaciones muy especiales en las que el agua se suministra en baja por la propia Confederación, como es el caso de la bahía de Cádiz.

La facturación al usuario de los servicios prestados por las entidades de abastecimiento suele incluir diversos conceptos que, desde el punto de vista de la entidad, se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Actividades propias: servicio de agua potable, tratamiento del agua, depuración del agua residual, mantenimiento de las redes, etc.
- Actividades realizadas por cuenta de otras entidades: tasas de saneamiento y alcantarillado, cánones, impuestos y otros cargos a los abonados.

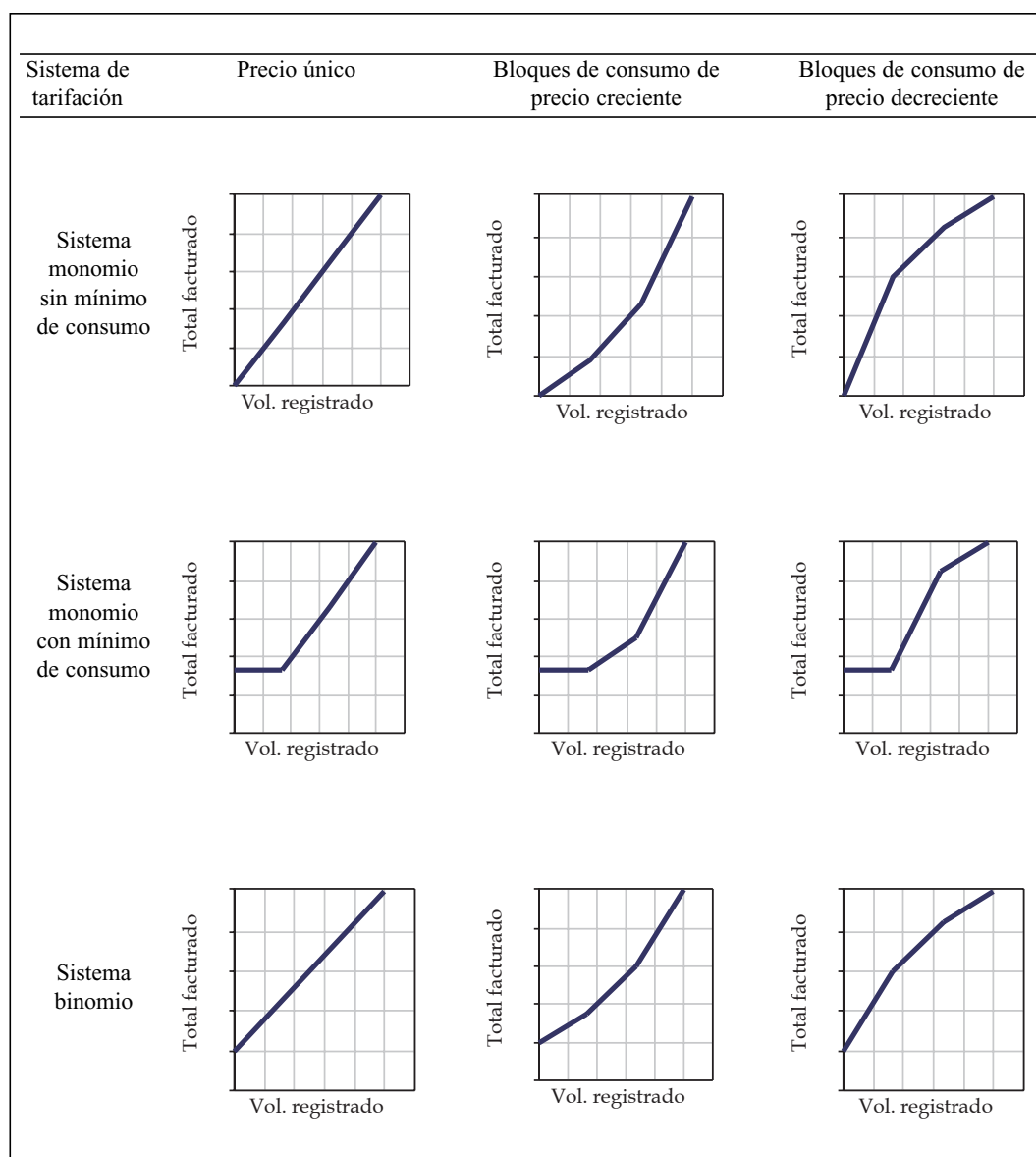


Figura 220. Sistemas de tarificación de abastecimientos urbanos

El Estado recupera parcialmente las inversiones en abastecimiento urbano a través del canon de regulación y la tarifa de utilización, cuyo valor medio totaliza unas 0,5 pta/m³. Actualmente, estos conceptos solo se aplican al 25% del volumen suministrado y suponen, en cualquier caso, una mínima parte del precio final que pagan los usuarios, ya que, generalmente, tienen un mayor peso las inversiones en distribución, saneamiento y otros recargos municipales.

Desde el punto de vista de los usuarios, la tarifa suele incluir dos términos:

- **Término fijo:** cantidad independiente del consumo realizado, que se debe abonar por el hecho de estar conectado, se utilice o no el servicio. Suele recibir nombres como *cuota fija*, *cuota por servicio*, *cuota por suministro*, etc. y a veces se incluye como un *consumo mínimo* anual. Son muy pocas las poblaciones de gran entidad que no incluyen este término.

- **Término variable:** cantidad que se abona en función del consumo realizado. En unos casos se valora todo el consumo al mismo precio (tarifa lineal) y en otros se aplican distintos precios según el nivel de consumo (tarifa por bloques).

Estos distintos términos pueden apreciarse en la figura 220 (adaptada de Porta, en Cabrera y García-Serra [1997]), donde se resumen y muestran visualmente los sistemas de tarificación más representativos.

El sistema tarifario que se adopte es un elemento importante en el comportamiento de la demanda, y un instrumento para su gestión. La tarifa en bloques creciente pretende favorecer el ahorro de agua, ya que cuando se supera una cantidad mínima consumida el precio aumenta, mientras que la decreciente se fundamenta en los efectos de economía de escala asociados a la producción y distribución del recurso.

CONCEPTO	Precio del agua según rango de habitantes del municipio (pta/m ³)				Media 1994	Media 1992
	20.000-50.000	50.000-100.000	> 100.000	Áreas Metrop.		
Servicio de agua potable	77	149	76	66	94	68
Tratamiento de aguas residuales	-	19	37	36	32	17
Conservación red de alcantarillado	27	35	19	16	23	16
Conserv. de ramales y contadores	8	11	7	4	8	7
Total actividades propias	88	164	107	123	115	81
Tasa saneamiento	73	30	23	39	47	29
Tasa alcantarillado	28	16	22	17	23	28
Impuestos cargo abonado	5	5	10	8	7	5
Total actividades ajenas	96	40	44	86	65	37
Total actividades propias y ajenas	161	197	146	209	168	113

Tabla 64. Estructura de precios medios del agua para uso doméstico según tamaño de la población (Consumo tipo de 100 m³/año)

Nota: Los valores totales no proceden de la suma sino del promedio de muestras diferentes

Una de las informaciones más sistemáticas sobre los precios de suministro del agua de abastecimiento en España se encuentra en las encuestas realizadas por la AEAS. A partir de ellas se pueden extraer algunas conclusiones que, aunque deben tomarse con cautela, resultan suficientemente orientativas:

- En los municipios no incluidos en áreas metropolitanas se utilizan en la misma proporción los sistemas de cuota de servicio y de consumo mínimo, mientras que en las áreas metropolitanas predomina la utilización de la cuota de servicio.
- La estructura tarifaria más frecuente para uso doméstico, en poblaciones superiores a 20.000 habitantes, es la de bloques de consumo con precios crecientes, que afecta al 80% de la población, si bien se constata todavía la existencia de un número importante de abastecimientos con tarifa lineal (17%) e, incluso, con precios decrecientes (3%). La comparación de las diversas encuestas permite identificar una

tendencia hacia la progresividad de la tarifa, debido a la implantación en los últimos años de sistemas para incentivar el ahorro de agua.

- En las tarifas para uso industrial esta tendencia es menor, aplicándose tan solo en el 52% de los casos la tarifa por bloques crecientes y permaneciendo el 46% con tarifa lineal.
- El número de bloques en ambos casos puede llegar a cuatro, siendo más frecuente el uso de tres bloques en uso doméstico (61% de la población encuestada) y de dos bloques en uso industrial.

En las tablas 64 y 65 (elaboradas con datos de AEAS) se muestran los precios medios del agua -según tamaños de poblaciones- para uso doméstico e industrial, detallando los conceptos que habitualmente suelen constituir el recibo final. Se han elaborado sobre la base de un consumo tipo de 100 m³/año para uso doméstico y de 180.000 m³/año para uso industrial.

CONCEPTO	Precio del agua según rango de habitantes del municipio (pta/m ³)				Media 1994	Media 1992
	20.000-50.000	50.000-100.000	> 100.000	Áreas. Metropolit.		
Servicio de agua potable	34	41	24	30	32	25
Tratamiento aguas residuales	-	25	12	22	17	9
Conserv. red de alcantarillado	8	0	6	16	7	3
Conserv. de ramales y contadores	1	0	0	0	1	2
Total actividades propias	34	47	31	45	37	29
Tasa saneamiento	10	15	8	10	11	9
Tasa alcantarillado	6	1	1	5	4	4
Impuestos cargo abonado	2	1	2	3	2	5
Total actividades ajenas	16	14	7	11	12	7
Total actividades propias y ajenas	47	59	37	56	48	35

Tabla 65. Estructura de precios medios del agua para uso industrial según tamaño de la población (Consumo tipo de 180.000 m³/año)

Nota: Los valores totales no proceden de la suma sino del promedio de muestras diferentes

Consumo anual (m ³)	Precio cobrado por actividades propias (pta/m ³)	Precio cobrado por actividades ajenas (pta/m ³)	Precio total cobrado (pta/m ³)
100	115	53	168
200	97	49	146
400	99	46	145

Tabla 66. Precios medios del agua para uso doméstico según consumo anual

En función del nivel de consumo anual, los precios del agua para uso doméstico variaron como muestra la tabla 66, con datos de AEAS (encuesta de 1994).

Asimismo, los precios medios del agua en 1995 (pta/m³), en distintas capitales españolas, son los ofrecidos en la tabla 67. Estos precios han de considerarse a título indicativo y con ciertas reservas, dada la heterogeneidad de situaciones contempladas al no incluir todos los mismos conceptos.

Por último, el Instituto Nacional de Estadística ha comenzado recientemente a elaborar estadísticas de Medio Ambiente, y dispone ya de un primer trabajo específico sobre precios del agua (INE, 1998).

Conforme a este trabajo - basado en datos de 1996 -, el precio total medio actual en España del servicio de agua destinada al abastecimiento de los centros urbanos es de 229 pts/m³. Este precio es el resultado de considerar los costes unitarios de producción de todas las actividades que se realizan desde que el agua es captada en la naturaleza hasta que es devuelta al medio natural en condiciones óptimas. Incluye, por tanto, el abastecimiento y el saneamiento de las poblaciones.

Las actividades de captación y depuración del agua suponen el 17 % del precio total, la fase de distribución y suministro supone el 49 %, y la de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales el 34 %, por lo que este precio medio, en los términos estrictos de abastecimiento, y dejando aparte el coste de saneamiento, es de unas 152 pts/m³.

Las diferencias regionales respecto a esta media total global son las mostradas en la tabla 68.

Como puede verse, en la mayor parte de las comunidades autónomas, la fase de distribución del agua es la que más repercute en el precio. Sin embargo, en el caso de Baleares es el alcantarillado y tratamiento de aguas residuales la fase más costosa, con un 54 % del precio total. También ocurre, aunque algo menos, en Extremadura en donde esta fase de saneamiento representa casi el 41 % de dicho precio. La captación y distribución del agua resulta más costosa en el País Vasco que en otras comunidades, un 26 % del precio total. A continuación se sitúan La Rioja y Castilla y León, donde el 22 % del precio es imputable a esta primera fase del ciclo del agua.

El análisis de las tablas anteriores permite extraer las siguientes conclusiones:

- El precio medio del agua para uso doméstico es mayor que para uso industrial.
- El predominio de las tarifas con bloques crecientes no se refleja en una progresividad de los precios en relación con los consumos. La razón es que al tratarse, en la mayoría de los casos, de tarifas con término fijo (independiente del consumo) y término variable (función del consumo), aparecen situaciones de costes muy elevados para los consumos muy bajos.
- El precio medio del agua ha aumentado de manera importante entre los años 1992 y 1994, destacando el mayor incremento relativo de las actividades ajenas.

Ciudad	Precio	Ciudad	Precio	Ciudad	Precio	Ciudad	Precio
Barcelona	211	Gerona	102	Lugo	72	Ciudad Real	55
Las Palmas	204	Bilbao	99	Lérida	72	Pontevedra	55
Murcia	191	Castellón	97	Albacete	71	Palencia	54
Alicante	132	Huelva	93	San Sebastián	71	La Coruña	53
Córdoba	127	Oviedo	92	Santander	71	León	50
Madrid	122	Pamplona	91	Orense	70	Segovia	48
Palma de M.	120	Badajoz	87	Salamanca	69	Jaén	39
Almería	119	Zamora	87	Logroño	66	Toledo	36
Cáceres	116	Zaragoza	86	Vitoria	61	Huesca	35
Ceuta	116	Guadalajara	80	Valladolid	61	Melilla	15
Valencia	114	Soria	76	Burgos	60		
Sevilla	112	Málaga	76	Ávila	60		
Tarragona	107	Cádiz	74	Granada	58		

Tabla 67. Precios del agua en distintas ciudades españolas

Comunidad Autónoma	Pr. total (pts/m ³)	Distribución del precio (%)			Precios medios (pts/m ³)			
		Capt..	Distr.	Saneam.	Capt..	Distr.	Capt. + Distrib.	Saneam.
Andalucía	258	14.6	44.2	41.2	38	114	152	106
Aragón	135	15.0	45.6	39.4	20	62	82	53
Asturias	135	18.7	51.6	29.7	25	70	95	40
Baleares	289	17.1	28.8	54.1	49	83	133	156
Canarias	406	18.0	51.8	30.2	73	210	283	123
Cantabria	150	25.0	47.0	28.0	38	71	108	42
Castilla y León	88	22.5	62.3	15.2	20	55	75	13
Castilla-La Mancha	176	20.6	45.5	33.9	36	80	116	60
Cataluña	317	19.9	56.3	23.8	63	178	242	75
Comunidad Valenciana	283	18.1	52.0	29.9	51	147	198	85
Extremadura	195	21.3	38.1	40.6	42	74	116	79
Galicia	108	13.3	45.9	40.8	14	50	64	44
Madrid	227	10.3	48.1	41.6	23	109	133	94
Murcia	362	20.2	40.3	39.5	73	146	219	143
Navarra	129	14.3	48.3	37.4	18	62	81	48
País Vasco	173	26.1	32.2	41.7	45	56	101	72
Rioja	113	22.2	35.8	42.0	25	40	66	47
Ceuta y Melilla	323	13.1	55.1	31.8	42	178	220	103
Total España	229	17.3	48.9	33.8	40	112	152	77

Tabla 68. Precios medios del abastecimiento urbano por Comunidades Autónomas

- Los conceptos que han experimentado una mayor subida en los últimos años han sido el tratamiento de aguas residuales y la tasa de saneamiento, debido, fundamentalmente, a la aplicación de la Directiva europea sobre vertidos. Es previsible que, en el futuro, estos conceptos sean el origen de los mayores incrementos en el precio del agua.
- Existen tres ciudades (Barcelona, Las Palmas y Murcia) con nivel de precios del orden de las 200 pta/m³. El resto se encuentra a niveles claramente inferiores. En general, el menor precio medio corresponde a la Cornisa Cantábrica, seguida por la zona centro y Andalucía. Los precios más altos se registran en las islas y en el litoral levantino.
- Las diferencias de precios medios totales (abastecimiento y saneamiento) entre Comunidades Autónomas son muy importantes. Los precios más elevados corresponden a Canarias, con 406 pts/m³, seguida de Murcia, con 362, y Ceuta y Melilla con 323. En el otro extremo se sitúa Castilla y León con 88 pts/m³, y Galicia con 108.

A nivel global, el precio medio resultante de dividir la facturación total por el volumen de agua registrada (considerando todos los usos) es de 72 pta/m³ para los abastecimientos encuestados. Sin perjuicio de las dife-

rencias relativas de renta, este precio contrasta con los pagados en países como Alemania (235 pta/m³), Francia (172), Holanda (175), o Bélgica (186), que llegan a duplicarlo o triplicarlo, y señalan probablemente una importante diferencia de imputación de costes a los ciudadanos por el servicio del agua potable.

Por otra parte, es interesante diferenciar de estos precios finales la parte estrictamente debida al coste de suministro en alta, o disponibilidad del agua en los depósitos de cabecera del abastecimiento.

Estos costes del abastecimiento en alta resultan ser, como los costes totales, muy variables de unos lugares a otros. Como meras referencias indicativas, sus cuantías resultan ser de unas 13 pta/m³ en Castellón, 20 en Valencia, 42 en el área atendida por la Mancomunidad de Canales del Taibilla (básicamente Murcia y Alicante), 21 en el Levante almeriense (Cuevas de Almanzora, Vera y Mojácar), o 14 en la Mancomunidad del Sorbe. Excepcionalmente se dan cuantías singulares como las de Moncofer, con 100 pta/m³ debido a suministro parcial de aguas desaladas, o las de Palma de Mallorca, donde el transporte de aguas en barco desde Tarragona elevó este coste hasta 350 pta/m³. Conforme a la información del INE, los costes medios de captación en España, con la depuración incluida, serían del orden de las 40 pts/m³.

En definitiva, y para tener un orden de magnitud global representativo, puede afirmarse que, salvo situaciones puntuales excepcionales, los costes del agua de abastecimiento en alta alcanzan valores que oscilan entre las 10 y las 40 pta/m³.

3.3.3.4. Experiencias de ahorro y conservación

El ahorro de agua, a menudo considerado simplemente como una respuesta de emergencia frente a una situación de sequía, ha tendido a convertirse en los últimos años en un conjunto de medidas económica y ambientalmente atractivas para equilibrar los balances entre demandas y suministros urbanos. Esta nueva orientación, surgida tras las experiencias de ahorro en el campo energético, pone el acento en el ahorro permanente de agua que se podría conseguir con su uso racional, lo que permitiría retrasar, o en algunos casos incluso evitar, la realización de nuevas y cada vez más costosas infraestructuras de suministro.

De esta forma, el ahorro de agua se englobaría en el concepto más amplio de *conservación del agua*, término surgido hace años en Estados Unidos para hacer frente a un ilimitado crecimiento de la demanda, con sus consecuencias de exigencia de mayores suministros, degradación de la calidad del agua y deterioro ambiental. En su origen la idea de conservación del agua se orientaba hacia la reducción de la demanda de agua, el aumento de la eficiencia en su uso y la mejora de las técnicas de riego y de los usos ornamentales. El concepto fue posteriormente ampliándose para incorporar todas aquellas técnicas que tienen por objeto el ahorro de agua o la mejor gestión de los recursos, tales como las actuaciones de modernización y rehabilitación de redes, tarificación volumétrica, equipamientos sanitarios de bajo consumo, desarrollo educativo e información pública, reutilización de aguas residuales, reciclado, cultivos y jardinería con menos exigencia de agua, etc.

En España, sin embargo, la idea de ahorro de agua continúa, en general, asociada a la idea de sequía y no es frecuente que esta cuestión se suscite en situaciones de normalidad o bonanza hidrológica. En consecuencia, las experiencias de ahorro en España continúan por lo común teniendo el carácter de medidas de emergencia y no siempre tendría sentido su aplicación en situaciones hidrológicamente normales. Este sería el caso de las limitaciones del riego de calles y jardines o los cortes de suministro que, aunque suelen calificarse como medidas de ahorro, en realidad constituyen medidas restrictivas excepcionales para hacer frente a una situación crítica y no podrían considerarse como un uso realmente racional del agua.

Ahora bien, la experiencia de las situaciones de sequía puede servir para comprobar la eficacia de este tipo de medidas. Junto a las medidas excepcionales mencionadas, en los últimos años de sequía se han llevado a cabo otras actuaciones, tales como campañas de concienciación, reutilización de aguas residuales depuradas, reducción de fugas, aumentos temporales del precio y otras, que han permitido alcanzar ahorros del orden del 5 al 15% de los volúmenes suministrados en situación ordinaria.

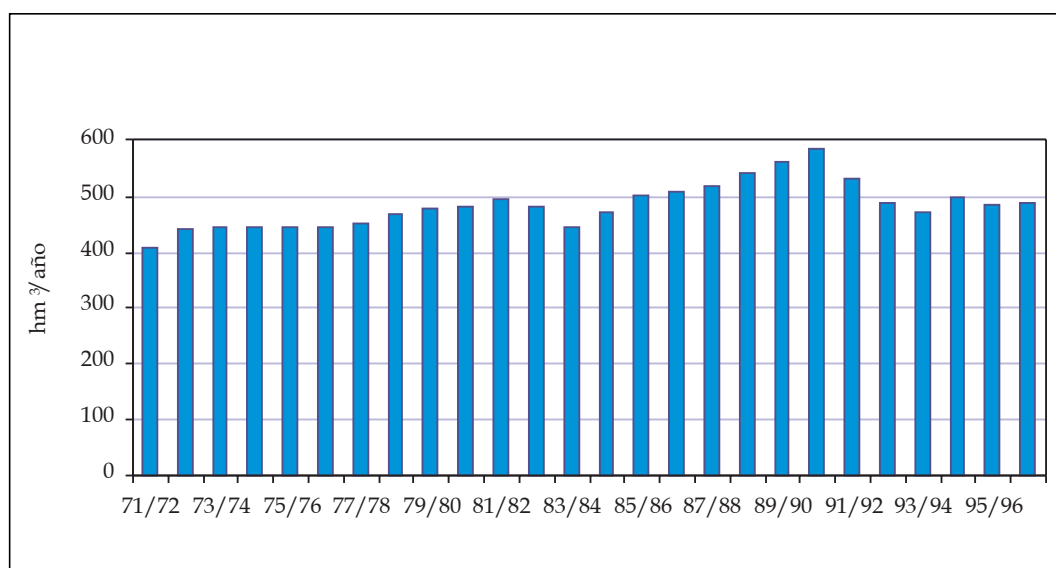
Independientemente de su carácter excepcional, los tradicionales e indeseables cortes horarios del suministro pueden ser eficaces en redes de distribución con un elevado porcentaje de pérdidas, pero su eficacia disminuye cuando se trata de redes bien conservadas. Por otra parte, la complejidad de las redes, con frecuentes interconexiones, obliga a un elevado número de maniobras diarias de cierre y apertura de válvulas, lo que hace que esta medida sea muy engorrosa, cuando no técnicamente inviable. El frecuente recurso a los cortes de suministro es, pues, indicativo de una inadecuada gestión del servicio de abastecimiento urbano.

Las restricciones en el riego de jardines tampoco pueden constituir una medida de ahorro permanente. Sin embargo, la práctica del *paisajismo xerofítico* que está empezando a implantarse en algunos países presenta interesantes perspectivas. Esta práctica consiste en emplear plantas, arbustos y cubierta vegetal de tipo autóctono, de mayor tolerancia frente a la sequía que el césped típico de la mayoría de las zonas residenciales. Además de conseguirse una importante reducción del consumo de agua en relación con los jardines convencionales, se reduce también apreciablemente la cantidad de fertilizantes y herbicidas necesarios.

Otra posible forma de conseguir ahorros de agua consiste en la utilización de equipamientos domésticos (cisternas, cabezales de ducha y grifos) de menor consumo de agua. La experiencia de Ciudad de Méjico en este tipo de medidas parece especialmente prometedora. Es posible que para su implantación no sea suficiente con incentivos económicos o campañas de información, por lo que podría establecerse la homologación de este tipo de instalaciones en el marco de una estrategia de ahorro regular. Asimismo, es interesante la experiencia de la ciudad de Zaragoza y su campaña de ahorro (Viñuales, 1998), no tanto por los modestísimos objetivos volumétricos marcados (1 hm³/año), sino por el efecto de creación de opinión, participación pública y conciencia ciudadana de la necesidad de ahorro.

Sin duda, una de las fuentes más importantes de ahorro es la reducción de las pérdidas que se producen en las redes, fundamentalmente en las más antiguas.

Figura 221. Volúmenes anuales derivados por el Canal de Isabel II desde 1971



Como se ha mencionado anteriormente, el volumen de agua no registrada, en el que se incluyen los usos públicos y las pérdidas en tratamiento y distribución, se sitúa en un valor medio del 28%, con oscilaciones desde poco más de un 10% hasta algún caso excepcional en que se alcanza el 50%. Estas cifras ponen de manifiesto la conveniencia de efectuar mediciones de las aguas dedicadas a usos públicos y diferenciar la proporción real de pérdidas. Existe, sin embargo, un límite técnico y económico para las pérdidas, que algunos especialistas sitúan entre el 10 y el 15%. Alcanzar estos límites requiere disponer de sistemas automatizados de control que permitan conocer en tiempo real el estado de la red, y detectar los posibles incidentes para poder actuar con la necesaria rapidez.

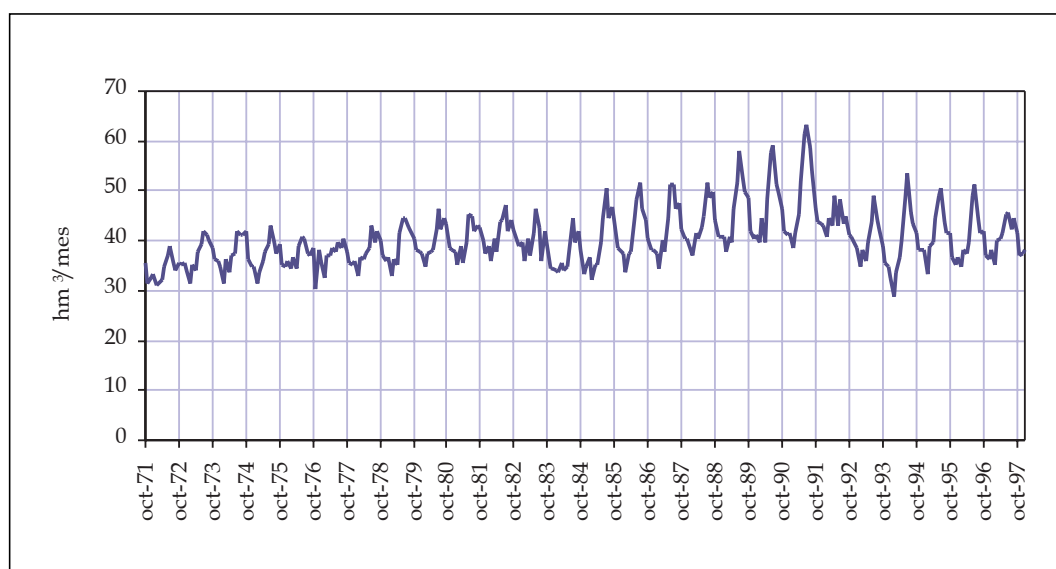
No obstante, no debe olvidarse que los posibles ahorros, basados fundamentalmente en los consumos no esenciales y en las pérdidas, disminuyen con el nivel

de dotación. Así, resulta más difícil conseguir ahorros significativos cuando las dotaciones son más limitadas, lo que agrava la situación de las zonas con escasos recursos hídricos, donde la necesidad es mayor y suele contarse con dotaciones más estrictas.

Generalmente, una vez finalizado el periodo de sequía y normalizada la situación hidrológica, la demanda no suele recuperar los niveles previos, lo que demuestra las posibilidades de realizar ajustes en el consumo urbano. Aunque a corto plazo las entidades gestoras del abastecimiento acusan estos menores consumos en sus cuentas de resultados, acaban adaptando su organización y actividades a la nueva situación, restableciendo el equilibrio.

Este efecto de contención en el consumo se aprecia claramente en las figuras 221 y 222, en las que se muestra la evolución, a escala anual y mensual, de los volúmenes derivados por el Canal de Isabel II. Se aprecian,

Figura 222. Volúmenes mensuales derivados por el Canal de Isabel II desde 1971



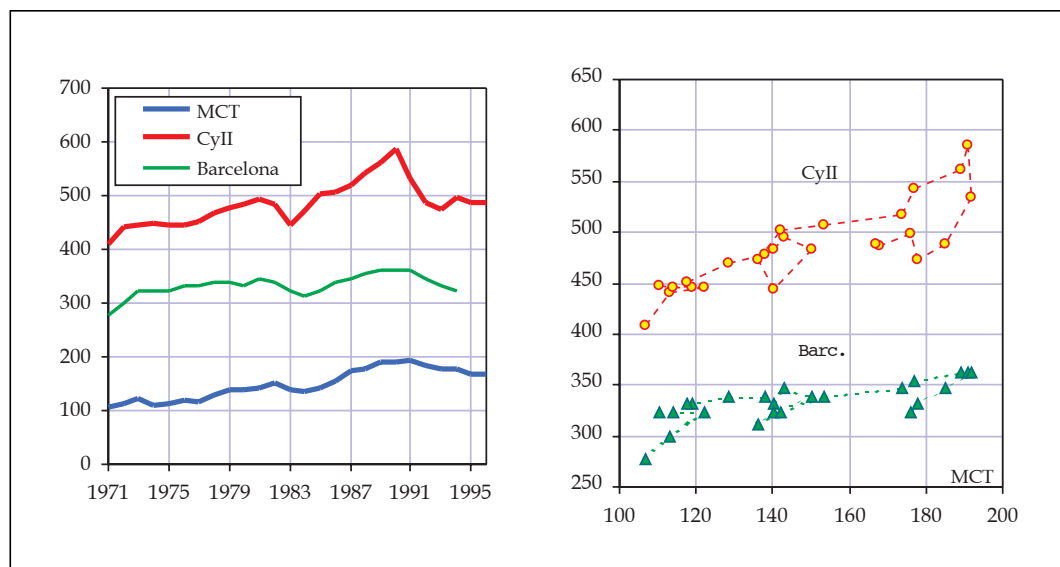


Figura 223. Evolución de volúmenes anuales (hm^3) suministrados por el Canal de Isabel II, el abastecimiento a Barcelona, y la Mancomunidad de Canales del Taibilla desde 1971

junto con un cambio del régimen estacional a mediados de los ochenta, las disminuciones correspondientes a la sequía de estos años ochenta y, de forma más acusada, la de los años noventa.

Es interesante constatar, tal y como se sugirió anteriormente, que este mismo efecto puede apreciarse también en los volúmenes suministrados por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, y los suministrados al área metropolitana de Barcelona en los últimos años, según se muestra en la figura 223, en la que se ofrecen las tres series de suministro y su comparación relativa. La sorprendente similitud de pautas observada en sistemas tan distantes entre sí sugiere un patrón de comportamiento general, y la naturaleza global -no local- de este efecto apunta a que, análogamente a como sucede con los recursos hídricos, también las series de demandas (incluso las relacionadas con los regadíos, como veremos al estudiar la reciente sequía), parecen mostrar estructuras significativas de correlación cruzada.

Por otra parte, existen algunas medidas generales a adoptar en relación con las sequías, con independencia del sistema específico de que se trate. Así, la elaboración de un manual que defina las fases y los umbrales de pre-alerta resulta de interés, pues concreta algo muy importante como es el sentido de anticipación a las situaciones adversas. Las campañas de concienciación y los suministros alternativos (p.e. superficiales/subterráneos) resultan también básicos en cualquier circunstancia.

Además, cada sistema específico puede requerir tratamientos singulares, no necesariamente generalizables. Las actuaciones llevadas a cabo en el área metropolitana de Barcelona y en la Comunidad de Madrid durante las últimas sequías pueden servir para ilustrar el tipo de medidas singulares adoptadas en estos casos, y su eficacia relativa.

En Barcelona, donde la última sequía alcanzó su punto más crítico en abril de 1990, se adoptaron, entre otras, las siguientes medidas:

- Alerta a los usuarios especiales (hospitales, centros asistenciales, etc.) sobre la importancia de adecuar sus instalaciones interiores con el fin de disponer de reservas y prevenir descensos de presión en la red de abastecimiento.
- Restricción prácticamente total del riego urbano, limitación al máximo del riego de jardines y obligación de funcionamiento de las fuentes ornamentales en circuito cerrado.
- Preparación de un plan para limitar los usos comerciales e industriales de tipo complementario y los usos domésticos de tipo suntuario.
- Campaña de concienciación ciudadana en los medios de comunicación.

Con el conjunto de medidas adoptadas el consumo disminuyó un 5% entre noviembre de 1989 y junio de 1990. Teniendo en cuenta que el crecimiento medio anual de los años anteriores era del 2,6%, el ahorro conseguido se podría situar entre el 5 y el 8%. El segmento que registró el mayor descenso fue el uso público (18%), seguido por los usos industriales y comerciales (7%) y domésticos (4%).

En la Comunidad de Madrid la última crisis en el abastecimiento se presentó entre marzo de 1992 y noviembre de 1993, adoptándose las siguientes medidas:

- Creación de una Oficina de la Sequía.
- Limitación del riego de parques y jardines (Ley 3/1992 de la Comunidad de Madrid).
- Utilización de aguas residuales depuradas para riego, que se facilitaban de manera gratuita. El volumen

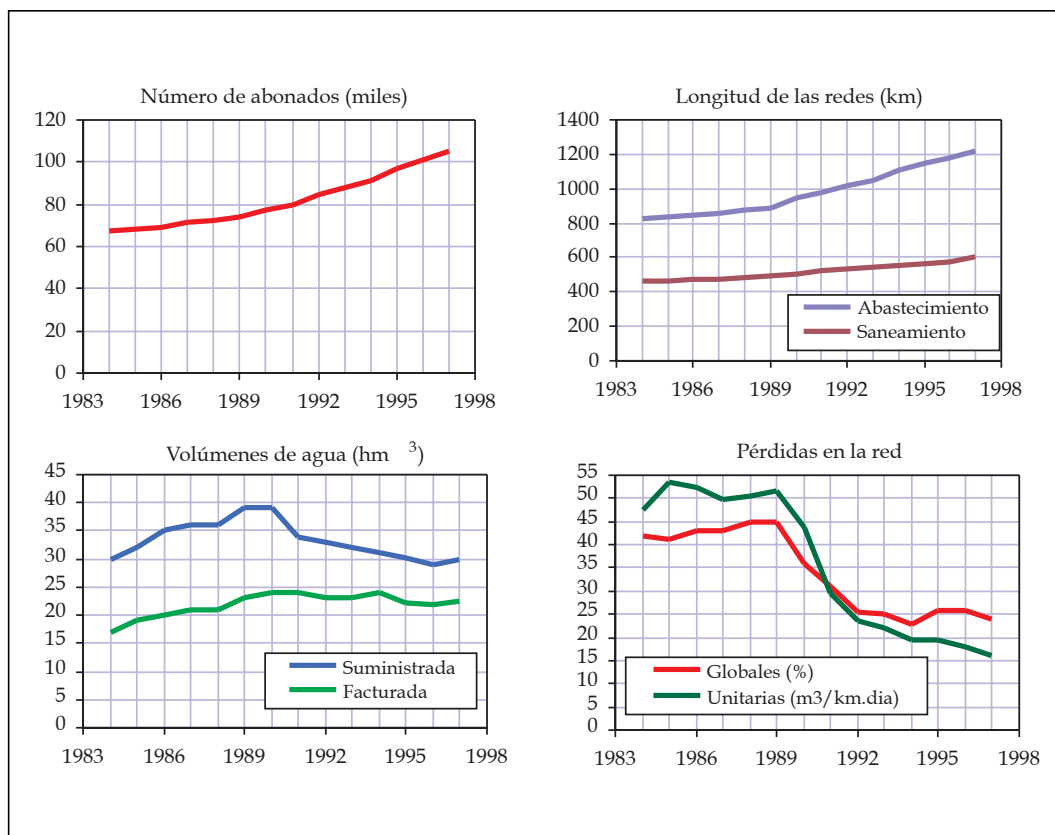


Figura 224.
Indicadores de gestión
del abastecimiento en
la ciudad de Murcia

movilizado fue muy reducido (sólo 37.000 m³ transportados en cisternas por 300 usuarios), lo que, unido a la necesidad de autorización por el Organismo de cuenca, y a los posibles problemas sanitarios, hace que esta medida deba plantearse con prudencia en el futuro.

- Control de fugas, tomas clandestinas y usuarios con consumos excesivos. Corte de bocas de riego (lo que exigió acuerdos específicos con los Ayuntamientos e instalación de hidrantes para los bomberos).
- Instalación de caudalímetros en las grandes conducciones y en la red de distribución e instalación de contadores en parques y jardines. Ello debe considerarse el inicio de una campaña de mejora del control, que aún hoy continúa.
- Plan de eficiencia interna, repartiéndose más de 3.000 juegos de dispositivos de ahorro para grifos, duchas e inodoros. Frente al total de 1.800.000 viviendas servidas, esta cantidad es muy modesta, pero importante desde el punto de vista de la concienciación pública.
- Campaña en los medios de comunicación social.

Con estas medidas, junto con la apertura de nuevos pozos por particulares e industrias, el agua derivada para abastecimiento por el Canal de Isabel II pasó de 590 hm³ en 1991, a 522 hm³ en 1992 y 476 hm³ en 1993, lo que supuso una disminución muy significati-

va, del orden del 20%. La eficacia de las diversas medidas fue muy variada. Mientras que el ahorro voluntario favorecido por las campañas de comunicación fue muy efectivo, la limitación del riego y la reutilización de aguas depuradas para riego tuvieron muy escasa repercusión. Entre los usuarios que habían instalado dispositivos de ahorro, la mitad alcanzó un ahorro superior al 20% y una quinta parte de ellos ahorraron por encima del 40%. También pudo constatar el efecto acumulado y progresivo de las medidas tomadas: en el verano de 1993, ya sin restricciones en el riego de parques y jardines, se consumía un 24% menos que en el verano de 1991.

No obstante, tras estos años secos parece observarse una cierta recuperación en los consumos, y en 1998 el agua total derivada por el Canal ya alcanzó una cifra de 506 hm³, con tendencia creciente, lo que puede deberse al aumento del número de viviendas -aún con población estable-, a sus mayores equipamientos, a la estabilidad de precios, etc.

Como último ejemplo ilustrativo, se muestra un caso en el que las experiencias de ahorro son resultado de un plan previo de medidas de conservación y uso eficiente aplicadas en situaciones hidrológicas normales, y no como respuesta coyuntural a la sequía. Es el experimentado en la ciudad de Murcia y su área metropolitana, en que como consecuencia de un importante esfuerzo municipal se han conseguido los

interesantes resultados mostrados en los gráficos adjuntos (Hervás, 1996. Datos actualizados por comunicación personal).

Desde 1984, en que se crea una empresa municipal para el servicio de aguas -y que en 1989 se transforma en empresa mixta- la evolución del volumen requerido en alta del sistema, suministrado y facturado, ha sido contenido y reducido pese a que han ido aumentando tanto el número de abonados (por el natural crecimiento vegetativo y por localizar y dar de alta usuarios clandestinos y aumentar el número de contadores) como el de las zonas abastecidas (lo que se refleja en la longitud de las redes). Ello ha sido posible fundamentalmente por la combinación de esfuerzos en detección de fraudes, y mantenimiento, mejora y renovación de las redes de suministro. Si hubiese continuado linealmente la tendencia del periodo 1984-89 se requerirían ahora unos 50 hm³/año, cifra que contrasta con los 30 actuales, y que supone haber ahorrado unos 20 hm³/año, es decir, aproximadamente un tercio del consumo previsto. Ello ha supuesto pasar de dotaciones unitarias de 330 l/hab/día a 230, no sólo sin la percepción de perjuicio para los usuarios, sino con un general mejor servicio. Como se observa en los gráficos de la figura 224, las pérdidas globales en la red han pasado del 45 al 25% en escasamente 4 años, y la reducción de pérdidas unitarias ha sido aún mayor.

Este es un caso en el que la mejora de eficiencia y mayor ahorro y conservación del recurso se ha visto forzada por la escasez hídrica estructural de la zona, que los episodios de mayor sequía únicamente exacerban.

Un aspecto de importancia fundamental en el desarrollo de medidas de ahorro y conservación es el relativo a su economía. Por una parte, existen casos, fundamentalmente cuando se trata de sistemas eficientes o en zonas de escasez, en que los costes que supone el ahorro no presentan apreciables ventajas económicas frente a la alternativa de nuevas infraestructuras de suministro (siempre y cuando éstas sean posibles), si bien suelen suponer ventajas desde el punto de vista ambiental y de su aceptación social. Además, la diversidad de situaciones y las dificultades de evaluación de los costes del ahorro, menos conocidos que los de otras técnicas de generación de recursos, no coadyuvan a facilitar su desarrollo.

Desde el punto de vista jurídico existen también algunas dificultades para una generalizada implantación de medidas de ahorro, pues la revisión concesional que estas medidas deben conllevar, podría plantear problemas de ejecución práctica si no se ha acordado previamente mediante un plan conjunto, cuyos balances hídrico-económicos o sociales resulten atractivos para todos los interesados.

Por otra parte, se presenta el problema de la remuneración de las inversiones necesarias para el ahorro que han de realizar las empresas suministradoras del servicio de abastecimiento. Paradójicamente, en situaciones de escasez las empresas realizan gastos extraordinarios en campañas de comunicación para disuadir a los usuarios de consumir el producto que constituye la base de su actividad. Así, cuanto más eficaces son estas campañas y mayor es el éxito conseguido, menores son sus beneficios. De ahí la conveniencia de disponer de un adecuado marco tarifario para que los programas de ahorro y conservación puedan ser realmente eficaces.

En el sector eléctrico, con el que el sector hídrico tiene algunas similitudes, se vienen abordando estas cuestiones desde hace algún tiempo. En el caso de Estados Unidos, concretamente, se ha introducido el concepto de *ahorro compartido*, que supone que a las empresas les resulte más rentable invertir en el ahorro de energía por parte de sus clientes que en la construcción de nuevas infraestructuras, al recuperar tarifariamente en distintas proporciones las inversiones en uno y otro concepto.

La necesidad de tales medidas institucionales o regulatorias para fomentar la conservación del agua debe ser subrayada, pues de no establecerse tal conservación como objetivo inicial, de forma expresa, los avances que se produzcan serán el resultado de situaciones críticas, tales como las de Barcelona, Madrid, Sevilla o Murcia, ya comentadas, y no se plantearán desde el comienzo, como posible alternativa a otras fuentes de suministro. Los incentivos económicos son esenciales a este respecto.

Debe huirse, en cualquier caso, de la falsa y vana confrontación entre conservación del agua y nuevas infraestructuras. Este debate no ha de plantearse, en ningún modo, como dilema, puesto que la realización de nuevas infraestructuras de suministro y las actuaciones de gestión y conservación del agua deben constituir medidas complementarias, de relativa necesidad según las circunstancias concretas. Como tales, su correcto tratamiento requiere que se consideren de forma coordinada y conjunta.

3.3.3.5. Demanda futura

Las previsiones de los Planes Hidrológicos sobre necesidades futuras para los abastecimientos urbanos elevan la demanda a unos 5.300 hm³/año en el primer horizonte de los Planes (10 años) y a 6.300 hm³/año en el segundo (20 años), con la distribución territorial que se muestra en la tabla 69 y la figura 225. Debe indicarse, en todo caso, que se está interpretando la

Tabla 69. Previsiones de demanda de abastecimiento urbano a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos

Ámbito	Primer horizonte (hm ³ /año)	Segundo horizonte (hm ³ /año)
Norte I	81	88
Norte II	221	230
Norte III	266	270
Duero	243	337
Tajo	851	939
Guadiana I	126	137
Guadiana II	48	55
Guadalquivir	583	640
Sur	283	317
Segura	180	184
Júcar	613	686
Ebro	338	358
Cuencas Internas de Cataluña	791	942
Galicia Costa	262	317
Península	4.886	5.500
Baleares	114	123
Canarias	347	690
España	5.347	6.313

demanda en el sentido reglamentario, es decir, se suponen proyecciones de consumo futuro con elasticidad precio nula.

Esta evolución prevista de las demandas representa, respecto a la situación actual, unos incrementos globales del 15% y del 36% para cada uno de los horizontes considerados. Estos incrementos, que en términos absolutos podrían no ser demasiado importantes en comparación con otras demandas, presentan el problema de su exigencia de calidad y su gran concentración geográfica, lo que puede dificultar la obtención de nuevos recursos, que se hallan cada vez más distantes y a menudo comprometidos.

La comparación entre las previsiones de demanda efectuadas en los Planes y las previsiones de población realizadas por el INE, y comentadas en los epígrafes de población, permite extraer algunas conclusiones que se ilustran en la figura 226. En ella se ha supuesto que la situación actual corresponde a los datos de 1995 y que los dos horizontes de los Planes corresponden a los años 2.005 y 2.015.

En primer lugar hay que señalar que frente a un incremento generalizado de las demandas de abastecimiento en los ámbitos de todos los Planes de cuenca sólo se prevén incrementos de población en el Guadalquivir, Sur, Canarias, Segura, Guadiana y Baleares. En el resto de los

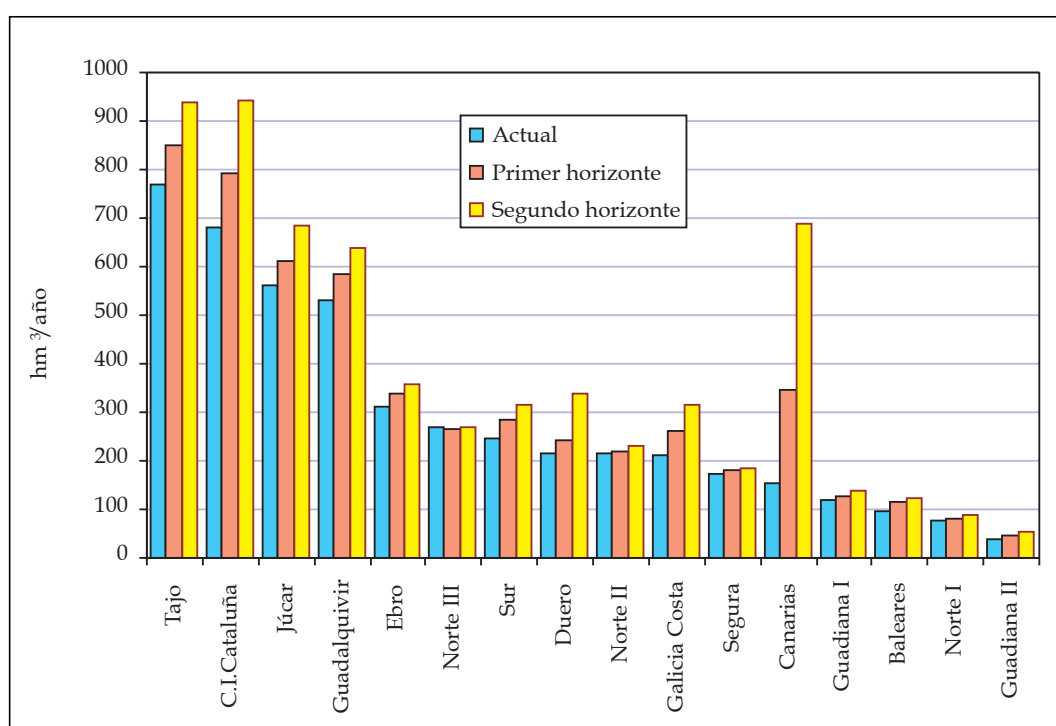


Figura 225. Demanda de abastecimiento de poblaciones prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos

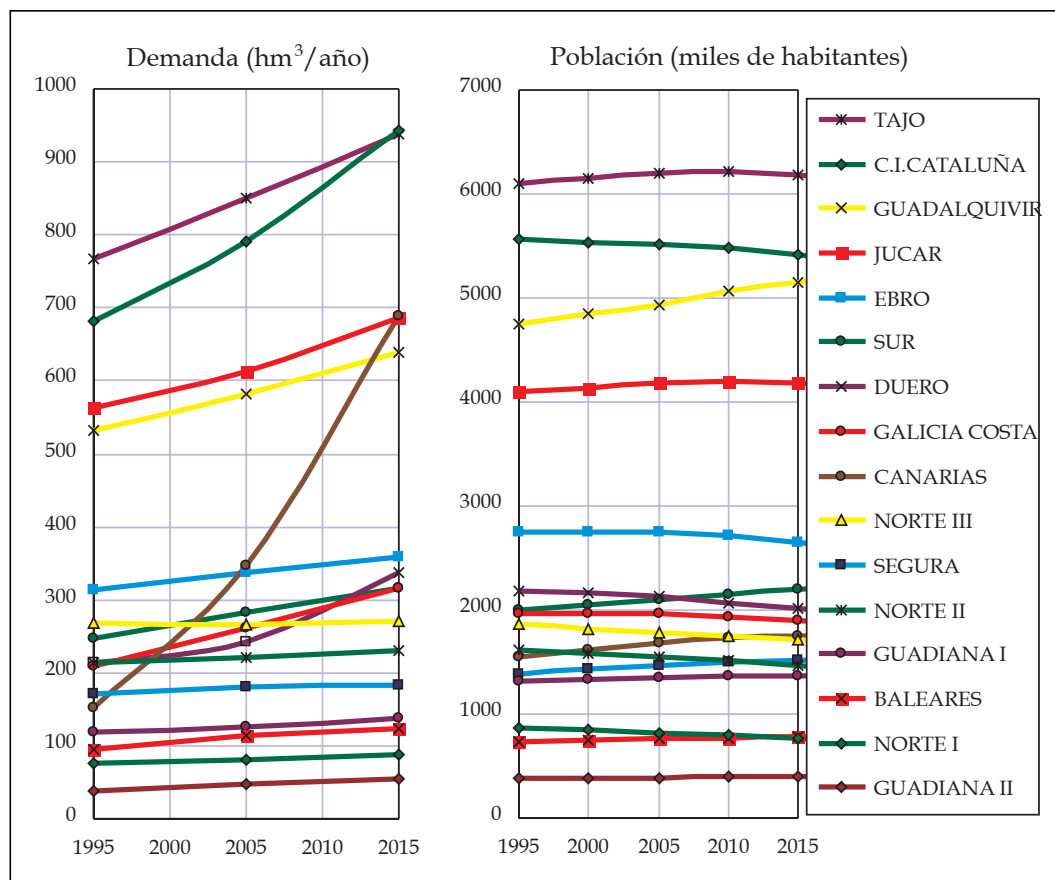


Figura 226. Previsiones de evoluciones anuales de población y demanda urbana en los Planes Hidrológicos

ámbitos, por tanto, y si las previsiones del INE son correctas, la evolución de la demanda prevista en los Planes no se justificaría por un mero aumento de la población estable, sino, en todo caso, por un incremento de las dotaciones unitarias o de la población estacional.

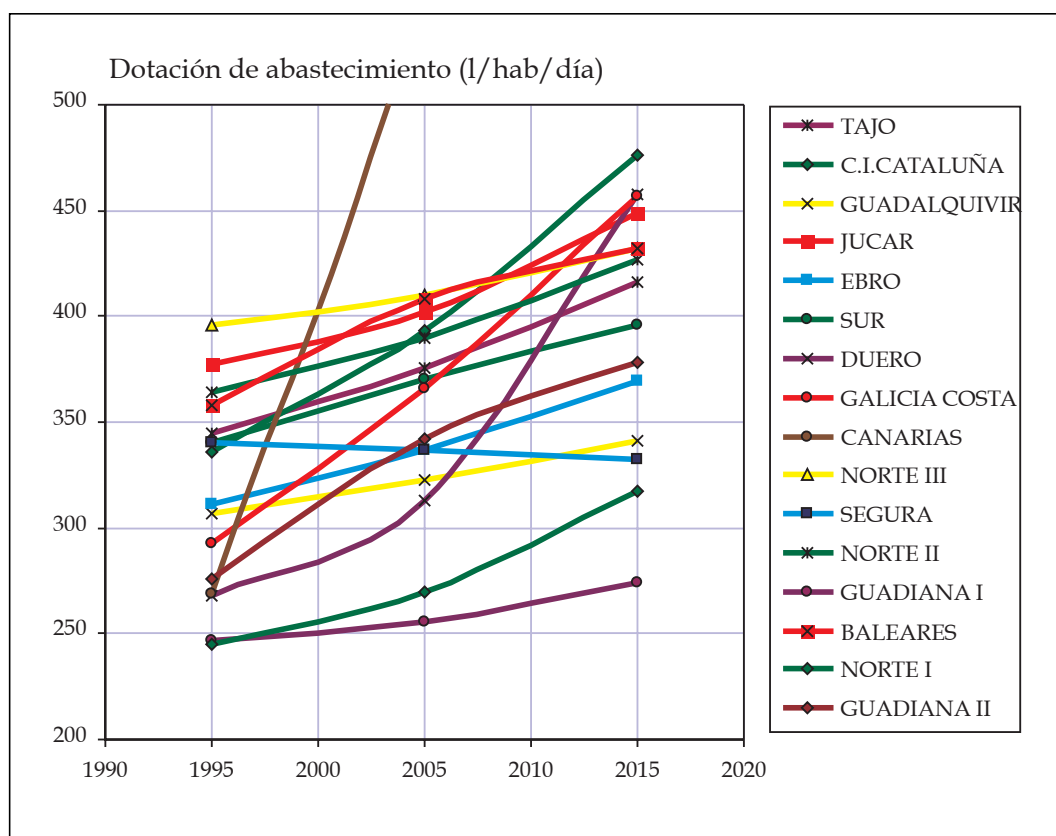
Analizando algunos de los casos concretos que se muestran en la figura 226, destacan las islas Canarias,

con un llamativo incremento de su demanda, que pasaría a superar en el segundo horizonte a las demandas de todos los ámbitos, con excepción del Tajo y de las Cuencas Internas de Cataluña. Esta última también presenta un considerable incremento de demanda, a pesar de que las previsiones de población indican un apreciable descenso, y pasaría a situarse en el segun-

Ámbito	Dotación actual (l/h/día)	Dotación 1 ^{er} horiz. (l/h/día)	Dotación 2 ^o horiz. (l/h/día)	Tasa anual 1995-2005 (%)	Tasa anual 2005-2015 (%)
Norte I	245	270	317	0.96	1.61
Norte II	364	390	427	0.69	0.92
Norte III	396	410	432	0.35	0.51
Duero	268	313	458	1.56	3.87
Tajo	345	376	416	0.86	1.02
Guadiana I	247	256	274	0.37	0.69
Guadiana II	276	342	378	2.17	1.00
Guadalquivir	307	323	341	0.53	0.53
Sur	340	370	396	0.83	0.69
Segura	340	337	332	-0.09	-0.14
Júcar	377	402	449	0.66	1.12
Ebro	311	337	369	0.78	0.93
Cuencas Ints. de Cataluña	336	393	476	1.59	1.92
Galicia Costa	293	366	457	2.25	2.24
Baleares	358	408	432	1.33	0.56
Canarias	269	564	1080	7.66	6.72
España	327	370	438	1.25	1.70

Tabla 70. Evolución de las dotaciones de abastecimiento y tasa de variación anual

Figura 227. Evolución prevista de las dotaciones de abastecimiento en los distintos Planes Hidrológicos



do horizonte con la mayor demanda de España, ligeramente por encima de la demanda de la cuenca del Tajo. Llama igualmente la atención el caso de la cuenca del Duero, donde a pesar de la clara tendencia de disminución de la población, se prevé un importante incremento de la demanda.

En líneas generales, el conjunto de estas previsiones no parece haber contemplado con suficiente intensidad la implantación de las necesarias medidas de ahorro y contención de la demanda. En efecto, si se analiza la evolución de las dotaciones resultantes de dividir las demandas y las poblaciones previstas, se aprecia su incremento generalizado, tal y como muestra la figura 227.

La tabla 70 presenta numéricamente esta evolución de las dotaciones, junto con la tasa de variación anual acumulativa resultante.

Estas dotaciones pueden diferir de las de los Planes Hidrológicos, ya que se han obtenido a partir de diferentes estimaciones de población. Además, tales estimaciones de población han requerido adoptar una hipótesis general de distribución por ámbitos de planificación de las previsiones del INE, y algunos Planes pueden tener estimaciones propias de mayor precisión.

De acuerdo con los datos de esta tabla, se pueden realizar una serie de consideraciones. Las dotaciones del primer horizonte parecen situarse en torno a las cifras

convencionalmente admitidas, excepción hecha de Canarias, que en ambos horizontes presenta unas cifras especialmente altas, lo que será objeto de un comentario posterior. Salvo esta excepción, la dotación de todos los ámbitos es inferior a la establecida en la Orden de 24 de setiembre de 1992, que establece, para los dos horizontes, una dotación máxima de 410 l/hab/día para poblaciones con actividad comercial-industrial alta y más de 250.000 habitantes.

La situación es diferente en lo que se refiere al segundo horizonte. En este caso, los ámbitos del Norte II, Norte III, Duero, Júcar, Cuenas Internas de Cataluña, Galicia Costa, Baleares y Canarias superan la cifra máxima de 410 l/hab/día establecida en la citada Orden. Destacan de una forma particular, con una dotación superior a 450 l/hab/día, además de Canarias, las Cuenas Internas de Cataluña, Duero y Galicia Costa, como se había puesto de manifiesto en la figura anterior, con una pendiente más acusada que en el resto de los ámbitos.

Esta evolución de las dotaciones se refleja en las tasas de variación anual acumulativa de cada ámbito. Estas tasas superan el 1,5% en Canarias, Galicia Costa, Duero, Guadiana II (primer periodo) y Cuenas Internas de Cataluña.

Una notable excepción a esta evolución generalizada se presenta en la cuenca del Segura, donde se aprecia una clara apuesta de futuro por el ahorro y la conten-

ción de la demanda, con tasas de variación de las dotaciones negativas. Ello da lugar a que, pese a las previsiones de crecimiento de la población, la demanda sólo aumente ligeramente, pudiendo considerarse, en la práctica, casi estabilizada.

Se trata, pues, en algunos casos, de incrementos muy importantes en términos relativos, que podrían justificarse parcialmente por el incremento de la demanda estacional debida al sector turístico. También debe tenerse en cuenta el previsible incremento de dotación en algunas poblaciones rurales como consecuencia de la mejora de su nivel de vida.

Debe señalarse, por otra parte, la tendencia a la disminución en el número de habitantes por vivienda y el crecimiento de viviendas unifamiliares que lleva consigo la elevación de los niveles de renta, cuestiones ambas que repercuten claramente en una mayor dotación. En este sentido, algunos especialistas comienzan a propugnar el empleo de dotaciones por vivienda, y no por habitante, lo que requeriría el manejo de datos sobre la clasificación de las viviendas, sus porcentajes de ocupación temporal y movimientos estacionales de población, todo lo cual permitiría mejorar las actuales prognosis sobre evolución de la demanda de abastecimiento de poblaciones.

Frente a estas razones para un posible incremento de las dotaciones debe insistirse en la conveniencia de implantar medidas de ahorro que frenen el crecimiento del consumo, habida cuenta de las dificultades ya mencionadas para hacer llegar a las concentraciones urbanas nuevos recursos, que cada vez son más escasos y distantes. Salvo en el caso del Segura, cuyas dotaciones descienden a largo plazo, las previsiones realizadas en los Planes no parecen haber concedido suficiente importancia a esta cuestión, cuando en la práctica ya empiezan a producirse mejoras en la gestión de las redes de suministro con el consiguiente aumento de su eficiencia, como consecuencia, fundamentalmente, de las situaciones de crisis sufridas durante la última sequía. Esta experiencia deberá tenerse muy presente en la próxima revisión de los Planes de cuenca.

El caso de Canarias, antes resaltado, merece una consideración especial. Como se ha señalado, sus previsiones apuntan a un crecimiento francamente espectacular de la demanda urbana, alcanzando dotaciones en el segundo horizonte superiores a los 1.000 l/hab/día. Esta cifra debe ser matizada incorporando el fuerte efecto que en estas islas tiene el sector turístico. Según las previsiones del Gobierno de Canarias, la demanda de 690 hm³/año estimada para el segundo horizonte se obtendría a partir de una demanda de la población fija de 368 hm³/año y una demanda turística de 322 hm³/año. La demanda de

la población fija, teniendo en cuenta las previsiones de población, correspondería a una dotación de 576 l/hab/día, que continuaría siendo la mayor de España. En cuanto a la demanda turística se ha obtenido estimando una dotación para el segundo horizonte que varía de 500 l/hab/día en alojamientos rurales a 650 l/hab/día en plazas hoteleras. Estas dotaciones también son elevadas si se toma como referencia la Orden de 1992, en la que se establece una dotación de 350 l/hab/día para los chalés, que se consideran los establecimientos de máximo consumo (en el caso de hoteles se establece una dotación de 240 l/hab/día). Es decir, aún considerando de forma desagregada el efecto turístico, estas cifras no parecen adecuarse a las dificultades de suministro que padece el archipiélago. Sin embargo, en trabajos más recientes (Cabildo Insular de Gran Canaria, 1995) estas cantidades se ven notablemente reducidas, lo que parece indicar una reconsideración de las previsiones anteriores.

3.3.3.6. Problemas existentes y previsibles

Descritas la situación actual y las previsiones de futuro de las demandas de abastecimiento, se pasará revista a algunos de los principales problemas con que se enfrenta este sector.

En primer lugar, los problemas más evidentes de los sistemas de abastecimiento de poblaciones en España se refieren a su fiabilidad y a su vulnerabilidad. La fiabilidad, entendida como garantía de suministro, debería hallarse próxima al 100%, lo que representaría una seguridad absoluta en el abastecimiento. Sin embargo, las sequías de los últimos años han puesto de manifiesto que en importantes zonas de España los sistemas de abastecimiento no son suficientemente fiables, presentándose, con relativa frecuencia, fallos en el suministro de agua potable.

La vulnerabilidad de estos sistemas, con fallos de importante magnitud afectando a extensas zonas del territorio, también ha quedado evidenciada. Una buena parte de la población española, estimada en unos diez millones de personas, sufrió restricciones en el suministro de agua durante la sequía de los años noventa. Poblaciones como Granada, Jaén, Sevilla, Málaga, Toledo, Ciudad Real y Puertollano, y las zonas de la Bahía de Cádiz y la Costa del Sol padecieron severas limitaciones de suministro, con restricciones hasta del 30% en algunos casos y cortes diarios de agua hasta de 9 y 10 horas de duración.

Además de estos problemas de insuficiencia de recursos, derivados de la irregularidad de su presentación, también se manifiestan problemas de abastecimiento en zonas con abundantes recursos pero escasa capacidad de regulación, como sucede en la Cornisa

Cantábrica, donde algunas poblaciones padecen restricciones en el suministro durante los meses de verano.

A ello deben añadirse los problemas en la explotación de acuíferos que afectan a algunos núcleos urbanos que se abastecen de aguas subterráneas en determinadas zonas del litoral más turístico de España, con frecuencia debidos a una deficiente gestión o a la inadecuación de las captaciones.

Por tanto, y desde el punto de vista del balance entre los recursos y las demandas urbanas, aún persisten en España graves carencias que se manifiestan con especial severidad en aquellos periodos de escasez en que los recursos se mantienen por debajo de su valor medio durante varios años. La necesidad de elevar el nivel de la garantía de suministro, aproximándolo al 100% tanto como sea técnicamente razonable y factible, requiere la adopción de medidas que reequilibren el balance, actuando para disminuir los actuales niveles de demanda mediante acciones orientadas al ahorro y conservación de agua o para incrementar los recursos donde dichas actuaciones se revelen insuficientes (Cabrera et al., 1998).

Además de los problemas relativos a la disponibilidad de recursos que acaban de describirse, también existen en España problemas relacionados con la infraestructura de abastecimiento. En algunos casos, las instalaciones no disponen de la capacidad suficiente para hacer frente a la demanda, especialmente en verano en las zonas con importante población estacional. En estas áreas las instalaciones deben sobredimensionarse para hacer frente a las puntas de consumo de los meses de máxima ocupación. Debido al rápido desarrollo turístico de algunas de estas zonas en los últimos años, el ritmo de ampliación de las instalaciones no siempre ha podido acompasarse al ritmo de crecimiento de las necesidades, con los consiguientes problemas de suministro.

El deficiente estado de algunas infraestructuras es causa, también, de que se produzcan en ocasiones importantes pérdidas de agua, fundamentalmente por fugas en las tuberías. Este problema afecta a poblaciones no siempre caracterizadas por la abundancia de recursos, por lo que conviene destacar la necesidad de su urgente corrección.

Los problemas de calidad que se presentan en los abastecimientos urbanos suelen ser consecuencia de la contaminación del recurso en origen, en unos casos, y de la falta de un adecuado tratamiento en otros. Actualmente, las captaciones de las que dispone un importante número de poblaciones se sitúan en tramos de río con una calificación inferior a A3. En algunas zonas los problemas de calidad proceden de carencias en la depuración de los vertidos urbanos. Este problema se agrava en

época de estiaje por el menor caudal natural de los ríos, lo que, en algunos casos, da lugar al establecimiento de las consiguientes restricciones de utilización.

Las poblaciones que se abastecen de aguas subterráneas se ven afectadas, en determinadas situaciones, por el deterioro del recurso, debido tanto a la contaminación del acuífero como a la intrusión marina en zonas costeras y como consecuencia, a veces, de una inadecuada gestión.

En pequeños núcleos de población, donde la gestión es realizada de forma independiente por cada Ayuntamiento, no siempre se dispone de un tratamiento adecuado. Las ciudades de mayor entidad, por el contrario, no presentan este problema, siendo aceptable, en general, la calidad del agua suministrada.

A este respecto, en algunos casos se aprecian importantes diferencias en la calidad de los servicios obtenidos en núcleos grandes y pequeños. En los primeros, al poder contar con Organismos o empresas especializadas, suelen alcanzarse niveles de servicio más eficientes y de mejor calidad, mientras que en los segundos, sobre todo en el caso de pequeños Ayuntamientos, pueden llegar a presentarse problemas incluso para obtener un adecuado tratamiento de las aguas potables. Ello ha dado lugar a que sea cada vez más frecuente la integración de pequeños y medianos municipios en órganos supramunicipales que prestan servicio a los Ayuntamientos integrados en dicho órgano. Con ello, como ya se ha mencionado, además de una mayor tecnificación de la gestión y seguridad del suministro, es posible obtener una disminución de los costes. Existen muchos pequeños núcleos, sin embargo, que se abastecen de pozos y manantiales en buenas condiciones, lo que supone una sencilla y económica solución a nivel municipal.

La tradicional separación de los servicios de agua potable y saneamiento (incluyendo evacuación de efluentes y depuración) tiende actualmente a corregirse con la unificación de servicios, permitiendo una gestión más racional del ciclo integral del agua.

Sin embargo, esta gestión se caracteriza al mismo tiempo por la superposición y concurrencia de diferentes entidades y niveles de actuación, con participación de las administraciones central, autonómica y local. Volveremos sobre este asunto más adelante, al formular nuevas propuestas para la política del agua, pero puede avanzarse ya que este hecho repercute claramente en las tarifas, que en lugar de ser integradas como resultado de una armoniosa coordinación, constituyen una verdadera agregación, reflejo de la concurrencia -que a veces se transforma en pugna- de los diferentes niveles de actuación.

De esta forma, son múltiples los destinatarios de los ingresos procedentes de la tarifa: Municipios, Mancomunidades, Consorcios, Comunidades Autónomas, Organismos de cuenca, etc. Todos ellos tienen responsabilidades sobre alguna parte del servicio y todos pretenden cubrir el coste de sus actuaciones con dichos ingresos. Así, el resultado es una tarifa agregada cuyos componentes son de naturaleza jurídica diversa, con muy escasa relación con la naturaleza económica del servicio prestado.

A ello debe añadirse, en ciertos casos, la inclusión en el recibo del agua de conceptos ajenos a ella, convirtiendo el servicio de abastecimiento en un mero instrumento de recaudación, y desvirtuando la percepción del precio pagado por el agua.

3.3.4. Abastecimiento industrial

3.3.4.1. Introducción

Se describen en esta sección las características del abastecimiento industrial para usos no energéticos. Se centra, por tanto, en el empleo del agua para la producción industrial, que comprende la utilización específica en los productos y en los procesos de fabricación, acondicionamiento y conservación. También incluye la satisfacción de las necesidades inducidas por las correspondientes actividades de producción, tales como alimentación e higiene del personal, mantenimiento, seguridad de las instalaciones, etc. Los usos industriales energéticos (producción hidroeléctrica y refrigeración de centrales) se describen en un apartado posterior.

Una parte del abastecimiento a las industrias procede de captaciones propias, de forma directa o a través de

polígonos industriales autoabastecidos. Otra parte, fundamentalmente industrias de poco consumo situadas en núcleos de población, suele abastecerse de la red municipal correspondiente. Finalmente, una porción relativamente pequeña de industrias utiliza agua de ambas procedencias. Como ya se ha comentado, el agua para uso industrial suministrada por las redes municipales se contabiliza dentro del uso de abastecimiento a poblaciones, por lo que el abastecimiento industrial suele hacer referencia exclusivamente a las industrias no conectadas a redes municipales.

Este epígrafe se refiere precisamente al abastecimiento de estas industrias sin conexión a redes de abastecimiento, pero debe tenerse presente que la demanda industrial total está compuesta por la demanda de estas industrias más la fracción de uso industrial comprendida en el abastecimiento de poblaciones.

Entre las características de la demanda industrial puede señalarse que, al igual que la de abastecimiento urbano, exige altos niveles de garantía de suministro. Los requisitos en cuanto a la calidad del recurso, sin embargo, varían en función del tipo de industria y de la participación del agua en el proceso.

Las necesidades de agua vienen determinadas por las diferentes formas de utilización dentro de la industria (refrigeración, producción de vapor, incorporación al producto, etc.) y son función de una serie de variables específicas, como la cantidad y tipo de producto final elaborado, el número de empleados, el sistema de fabricación adoptado, la existencia y características del *reciclaje* (reutilización dentro de la propia factoría), etc. También de forma similar al abastecimiento urbano, la distribución estacional de esta demanda es prácticamente uniforme a lo largo del año.

Ámbito	Demanda (hm ³ /año)
Norte I	32
Norte II	280
Norte III	215
Duero	10
Tajo	25
Guadiana I	31
Guadiana II	53
Guadalquivir	88
Sur	32
Segura	23
Júcar	80
Ebro	415
Cuencas Internas de Cataluña	296
Galicía Costa	53
Península	1.633
Baleares	4
Canarias	10
España	1.647

Tabla 71. Demanda industrial actual por ámbitos de planificación

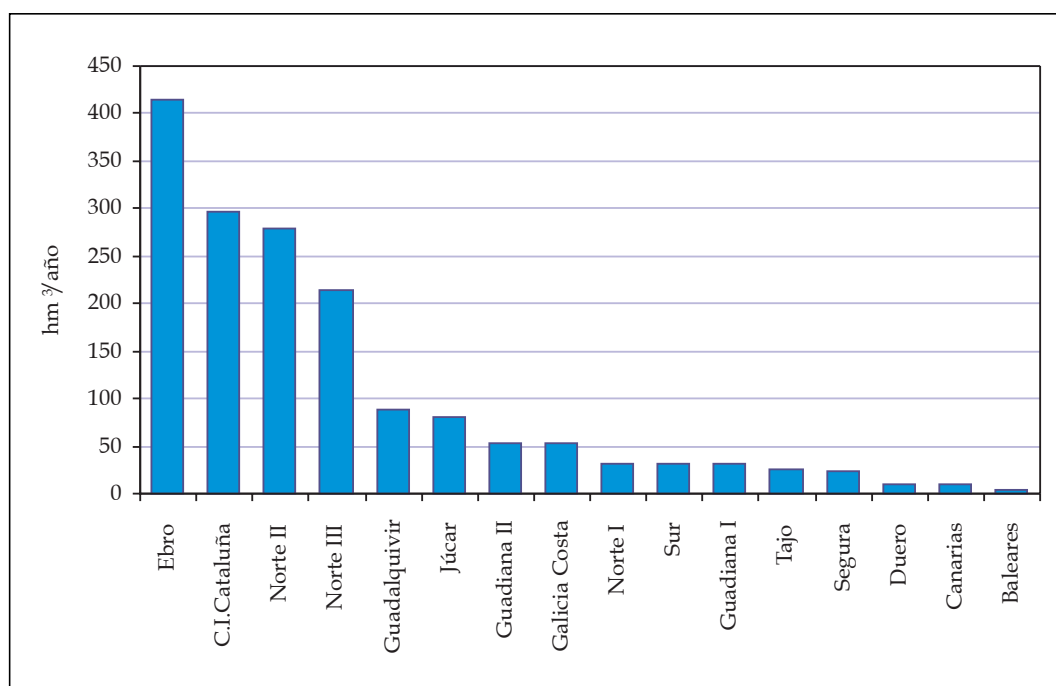


Figura 228. Volúmenes de demanda industrial actual por ámbitos de planificación

Los volúmenes y composición de los retornos varían enormemente con el tipo de industria, pudiendo producirse, en algunos casos, vertidos muy contaminantes y de difícil tratamiento. La posibilidad de reutilización de los retornos depende de sus características específicas.

3.3.4.2. Uso actual y dotaciones tipo

Según los Planes Hidrológicos de cuenca, la demanda total actual de las industrias no conectadas a la red municipal es de 1.647 hm³/año, con la distribución por ámbitos que se muestra en la tabla 71 y la figura 228.

El mapa de la figura 229 muestra la distribución espacial de estas demandas, lógicamente asociadas a las grandes concentraciones de actividad industrial.

Este mapa se ha obtenido a partir de los usos del suelo de CORINE-Land Cover, seleccionando las clases de uso de tipo industrial. A cada celda del territorio, de dimensión 1x1 km, se le asignó un coeficiente representativo de la fracción (entre 0 y 1) de ocupación de uso de suelo industrial. Las demandas industriales definidas en los Planes Hidrológicos se distribuyeron territorialmente conforme a estos coeficientes, garantizándose así tanto la preservación de los volúmenes agregados como su distribución a la escala de los núcleos industriales.

Así, destacan por el elevado volumen de su demanda las zonas industriales de Torrelavega y Avilés (Norte II), Ría de Bilbao (Norte III), industrias del Canal Imperial de Aragón (Ebro) y Bajo Llobregat (Cuencas Internas de Cataluña). En estos cuatro ámbitos se con-

centra el 73% de la demanda industrial española no conectada a redes municipales.

Las dotaciones empleadas dependen de factores de diversa índole, influyendo, en gran medida, la escasez o abundancia de agua. Se suele producir, de hecho, una frecuente acomodación de la demanda a la oferta, pudiéndose reducir apreciablemente el volumen de agua necesario mediante los adecuados procedimientos de fabricación. No es de extrañar, por tanto, que industrias del mismo ramo y con producciones similares demanden cantidades de agua muy diferentes.

Una práctica habitual de evaluación de esta demanda consiste en emplear dotaciones en función del número de empleados en la industria correspondiente. Un ejemplo de ello se encuentra en la Orden Ministerial del MOPT, de 24 de septiembre de 1992, que establece las dotaciones orientativas reflejadas en la tabla siguiente.

En la misma O.M. se establece una dotación de 4.000 m³/ha/año para los nuevos polígonos industriales.

Algunos autores cuestionan el empleo de este tipo de indicadores y sugieren la utilización de otras variables que presentan una mejor correlación con el consumo de agua y pueden conducir, por tanto, a mejores estimaciones. Este sería el caso de la potencia contratada o el consumo de energía eléctrica, que podrían dar lugar a valores de demanda más ajustados.

En cualquier caso, dadas las diferencias ya mencionadas que se producen entre industrias similares, junto con las distorsiones en el consumo derivadas de una relativamente generalizada falta de datos sobre el suministro, el empleo de dotaciones tipo para evaluar la demanda industrial no ofrece una gran fiabilidad.

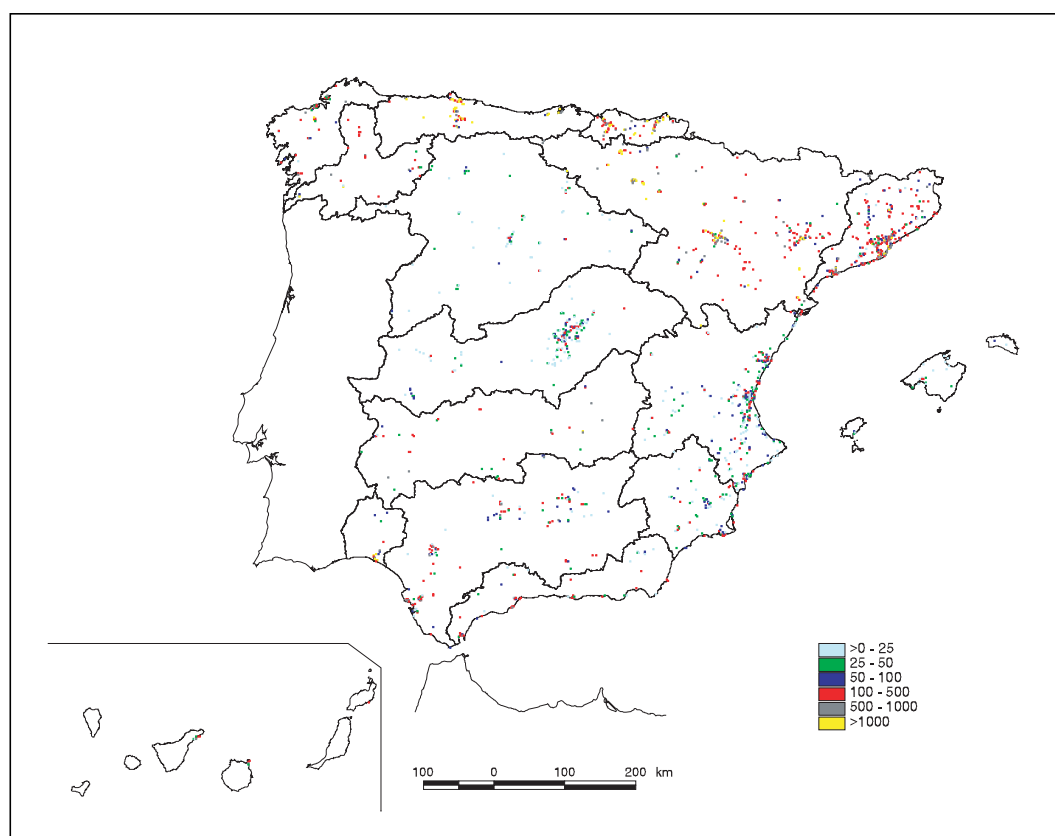


Figura 229. Mapa de distribución espacial de la demanda industrial (mm/año)

Se hace necesario, por tanto, realizar un esfuerzo para mejorar las estadísticas disponibles sobre consumo real de agua en las industrias.

3.3.4.3. Demanda futura

En cuanto a la estimación de las demandas futuras, a la falta de conocimiento actual se debe añadir la gran incertidumbre asociada a su posible evolución, pues ésta no suele obedecer a fenómenos continuos y predecibles, sino a decisiones puntuales y coyunturales,

de difícil o imposible predicción a medio y largo plazo.

Las estimaciones realizadas en los Planes Hidrológicos de cuenca se muestran en la tabla 73 y en la figura 230, en las que también se presenta, a efectos comparativos, la demanda actual.

Estas previsiones suponen un crecimiento global cercano al 18% en el primer horizonte, llegando hasta el 26% en el segundo, lo que significa un crecimiento del 1,65% anual en el primer periodo y del 0,73% en el segundo.

Sector	Dotaciones (m ³ /empleado/día)
Refino de petróleo	14,8
Química:	
Fabricación de productos básicos, excluidos los farmacéuticos	16,0
Resto	5,9
Alimentación:	
Industrias, alcoholes, vinos y derivados de la harina	0,5
Resto	7,5
Papel:	
Fabricación pasta de papel, transformación papel y cartón	20,3
Artes gráficas y edición	0,6
Curtidos	3,3
Material de construcciones	2,7
Transformados de caucho	1,8
Textil:	
Textil seco	0,6
Textil ramo del agua	9,2
Transformados metálicos	0,6
Resto	0,6

Tabla 72. Dotaciones industriales

Ámbito	Actual (hm ³ /año)	Primer horizonte (hm ³ /año)	Segundo horizonte (hm ³ /año)
Norte I	32	34	35
Norte II	280	291	299
Norte III	215	215	215
Duero	10	10	10
Tajo	25	24	24
Guadiana I	31	34	38
Guadiana II	53	58	64
Guadalquivir	88	99	99
Sur	32	37	42
Segura	23	38	38
Júcar	80	92	116
Ebro	415	534	534
Cuencas Internas de Cataluña	296	346	406
Galicia Costa	53	91	129
Península	1.633	1.903	2.049
Baleares	4	4	4
Canarias	10	10	10
España	1.647	1.917	2.063

Tabla 73. Previsiones de demanda industrial a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos

Este crecimiento, sin embargo, varía mucho de unos Planes a otros. Mientras que en cinco de ellos (Norte III, Duero, Tajo, Baleares y Canarias) el crecimiento es nulo, en Galicia Costa se prevé un incremento del 72% hasta el final del primer horizonte y del 143% hasta completar el segundo horizonte.

No existen razones que hagan prever un aumento de dotaciones para uso industrial. Por el contrario, la experiencia internacional apunta hacia un incremento del reciclaje y de la reutilización de agua en la industria, con la consiguiente reducción de dotaciones, por lo que los aumentos de demanda previs-

tos han de suponerse asociados a un incremento de la actividad industrial.

Debe señalarse, finalmente, que la industria es una de las áreas donde las posibilidades técnicas de ahorro son mayores y donde, además, la reducción del consumo tiene un efecto añadido evidente, al disminuir retornos que pueden llegar a ser muy contaminantes.

3.3.5. Usos agrarios

Los usos agrarios del agua comprenden los propiamente agrícolas, relativos a la producción vegetal, y los ganaderos, referentes a la producción animal.

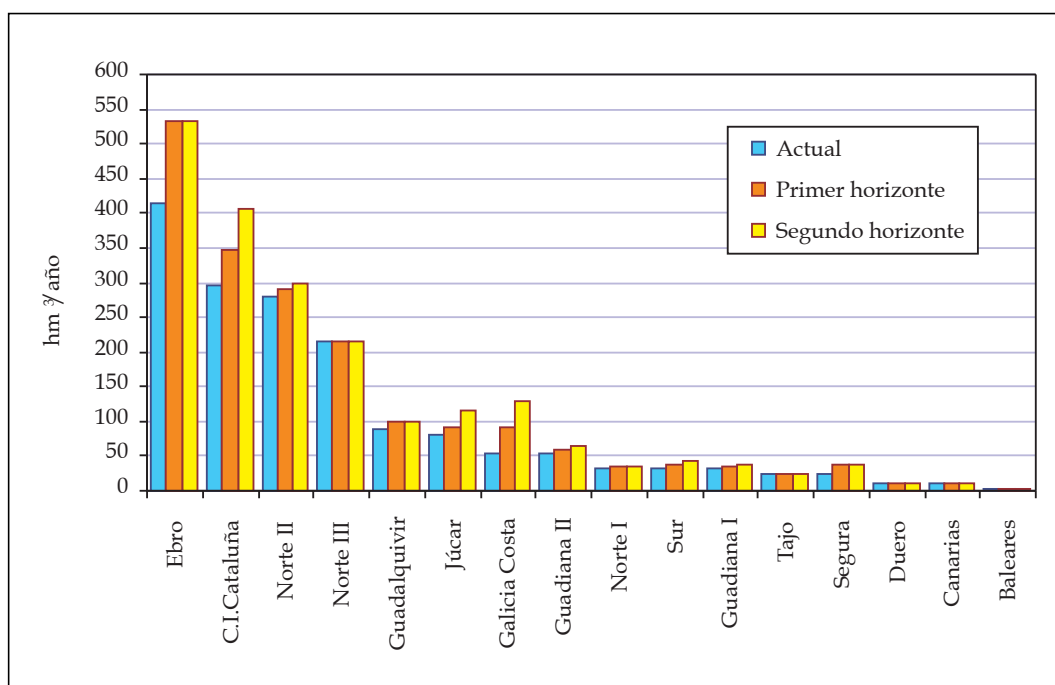


Figura 230. Demanda industrial prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos

Desde un punto de vista cuantitativo, sin embargo, la demanda hídrica de la ganadería es, como veremos, muy poco significativa en comparación con la demanda agrícola.

El uso agrícola más importante es el regadío, en el que se incluyen los volúmenes de agua requeridos para la evapotranspiración de los cultivos y, si es el caso, otros volúmenes adicionales de menor entidad, tales como los destinados al lavado de suelos y al riego antihelada u otras modificaciones climáticas locales.

Como es sabido, el agua es necesaria para el desarrollo de las plantas, y su aplicación incrementa su productividad y posibilita la diversificación de cultivos. En España, la gran irregularidad temporal de las precipitaciones no permite que esta aplicación se produzca de forma natural y obliga a la aportación artificial de agua a través del regadío.

A diferencia de los usos anteriores, la demanda de agua para riego se caracteriza por su gran volumen y su concentración en los meses más secos del año, lo que obliga a regular y movilizar importantes cantidades de agua anualmente. Se trata, con diferencia, del uso con mayor demanda de agua en España.

Los niveles de garantía del suministro para riego, son, sin embargo, menos exigentes que para el uso urbano, y las condiciones de calidad son también menos estrictas. Los consumos, por su parte, son más elevados, retornando al sistema hidráulico una porción en general considerablemente menor que en otros usos. La cifra de retorno que convencionalmente se admite se sitúa en torno al 20% del suministro, aunque, como es lógico, esta cifra varía de forma importante con las dotaciones aplicadas, produciéndose, en algunos casos, retornos muy superiores. A diferencia de los usos urbano e industrial estos retornos no se suelen producir de forma localizada, dando lugar con frecuencia a una contaminación de carácter difuso de complicada corrección.

En relación con los usos agrarios, especial mención merece el Plan Nacional de Regadíos (PNR), aprobado por el Gobierno en 1996 y que está siendo actualmente reelaborado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Este Plan puede ser un instrumento de gran utilidad para estimar la evolución de las futuras necesidades de los riegos, constituyendo una pieza clave para la evaluación de tales demandas futuras. Por esta razón, se ha dedicado un apartado específico - dentro de este epígrafe de los regadíos- al comentario de los principales criterios y resultados disponibles de este Plan, y se dedicará otra sección - en un capítulo posterior - al estudio de su naturaleza jurídica y de su relación con los instrumentos de la planificación hidrológica.

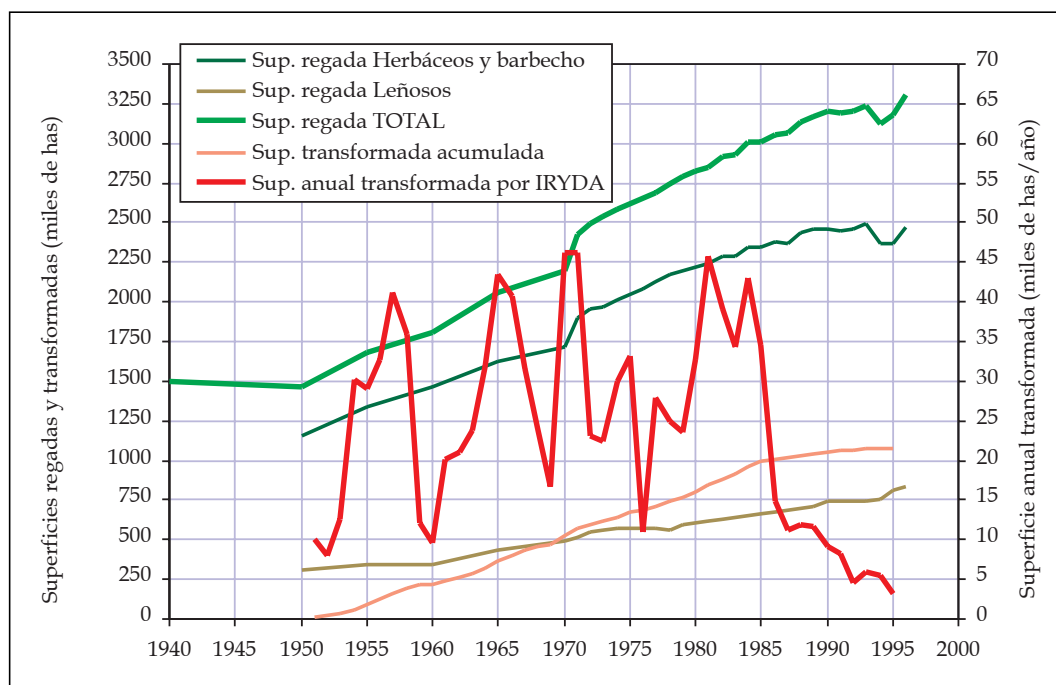
1.2.5.1. Evolución histórica del regadío

El uso del agua en la agricultura española es muy remoto, existiendo antecedentes aislados desde los primeros pobladores prehistóricos de la península, y desarrollándose de forma que desde el primer milenio a.C. puede hablarse ya de un regadío autóctono en la vertiente mediterránea, que se consolida y extiende con la influencia fenicia, griega, cartaginesa y romana, continuando en el período visigótico (Al-Mudayna [1991]; Gil Olcina y Morales Gil [1992]; Sáenz [1992]).

Los árabes, con claras influencias sirias y egipcias, dejan una estructura y una tecnología muy depurada del regadío que, en algunos casos, ha perdurado hasta la actualidad. En el siglo XIII comienza a desarrollarse una legislación muy prolija sobre la posesión, dominio y uso de las aguas, no sólo en Aragón, con Jaime I, sino también en Castilla, con Alfonso X y sus Partidas, de donde van a surgir los esbozos de las Comunidades de Regantes. Los dos primeros siglos de la Edad Moderna representan la gran transformación del regadío medieval, tanto en lo relativo a las infraestructuras (con la construcción de grandes obras hidráulicas, como el Canal Imperial de Aragón), como a la regulación jurídica (tal y como se verá al estudiar los fundamentos históricos del régimen de concesiones de aguas).

A partir del siglo XVIII se inicia una política de regadíos fomentada por el Estado, con la abolición del régimen patrimonial del agua, orientada a impulsar la riqueza del país mediante la producción agrícola (es la época del celebre *Informe sobre la Ley Agraria* de Jovellanos). Durante el siglo XIX se crean empresas con capital privado que, acogándose al régimen de concesiones, se dedican a la realización de obras de riego, siendo numerosas las disposiciones legales al efecto, hasta llegar a la Ley de Aguas de 1866, primer código español, y europeo, específico en esta materia. La política hidráulica se convierte en el instrumento fundamental de la política agraria durante la Restauración, apoyada por la corriente regeneracionista representada principalmente por Joaquín Costa, para quien el auténtico desarrollo agrario estaba basado en el regadío y en su componente social. La ejecución de obras hidráulicas por el Estado, la Ley de Aguas de 1879, y el sistema de subvenciones a empresas privadas para la construcción de canales y embalses de interés público (Ley de 7 de Julio de 1911), constituyen la base del desarrollo hidráulico durante casi todo el siglo XX, y uno de los elementos básicos del modelo tradicional de política hidráulica, dominante hasta fechas recientes, y a cuyo análisis se dedicarán posteriores secciones.

Figura 231. Evolución de superficies regadas y transformadas por el IRYDA



A comienzos de este siglo existían en España algo más de un millón de hectáreas de regadío. Su expansión constituyó un objetivo fundamental de la política hidráulica de los sucesivos Gobiernos, apoyada en una abundante legislación congruente con tal política, y que se desarrolló mediante diversos instrumentos como la creación de la primera Confederación Hidrográfica (el Ebro) en 1926, la redacción del Plan Nacional de Obras Hidráulicas en 1933, y la creación del Instituto Nacional de Colonización en 1939. Este Organismo, posteriormente transformado en Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA), fue decisivo para superar la crisis de la posguerra y contribuir al proceso de recuperación socioeconómica, fuertemente apoyado en el robustecimiento de la agricultura (v., p.e., MAPA-MAP-MOPU [1988]; Barciela [1990]).

Esta política expansionista de los regadíos se mantiene, como se ha comentado, hasta bien entrada la segunda mitad de este siglo, aprovechando la práctica inexistencia de mercados competitivos. El objetivo fundamental era producir y, de esta forma, se pudo mantener la convicción generalizada de que el desarrollo regional podía fundamentarse en el del regadío, aún cuando, en algunas zonas, la falta de estructuras adecuadas de comercialización dificultase la salida de sus producciones.

Resultado de aquella política hidráulica fue el extraordinario incremento de la superficie regada: los 1,5 Mha existentes en 1950 pasaron a ser los 3,4 Mha actuales de riego permanente, es decir, se duplicó la superficie regada en menos de 40 años. Su expansión en lo que va de siglo (casi 2,4 Mha) se debe, casi por partes iguales, tanto a la iniciativa privada como a la pública.

La figura 231, de elaboración propia a partir de datos del MAPA (1997) p.34; Sáenz Lorite (1990) pp.87-92; y Barceló et al. (1995) pp.186, 249, ilustra este proceso mostrando la evolución de las superficies de tierras de cultivo regadas en España, y las transformaciones impulsadas por el Ministerio de Agricultura (INC-IRYDA), tanto en sus zonas de actuación (del orden de un 15% del total), como en zonas de actuación coordinadas con la Dirección General de Obras Hidráulicas (del orden del 85% del total). Las transformaciones desarrolladas exclusivamente por la DGOH son de muy reducida extensión en relación a estas otras (del orden de un 10% en su periodo de máxima actividad).

Como puede verse, desde el año 50 se registra un crecimiento continuo de la superficie total regada (con mayor dinamismo en herbáceos que en leñosos), que solo hacia finales de los 80 comienza a remitir. En los 40 años que median entre 1950 y 1990 el INC-IRYDA ha transformado, en sus zonas de actuación y en zonas de actuación coordinada con la DGOH, más de un millón de nuevas hectáreas de regadío - lo que supone aproximadamente 25.000 ha/año -, y la superficie total de regadío español se multiplica por más de dos. A partir de mediados de los 80 - cuando se producen las transferencias en esta materia a las Comunidades Autónomas - las transformaciones públicas del MAPA comienzan a remitir, y son progresivamente decrecientes hasta los niveles actuales, de unas 3.000-4.000 ha/año, cifras, como veremos, muy inferiores a las casi 25.000 ha/año previstas para los próximos diez años por el Borrador del Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008 (MAPA, 1998), que supondrían recuperar el ritmo de transformación de los años 60.

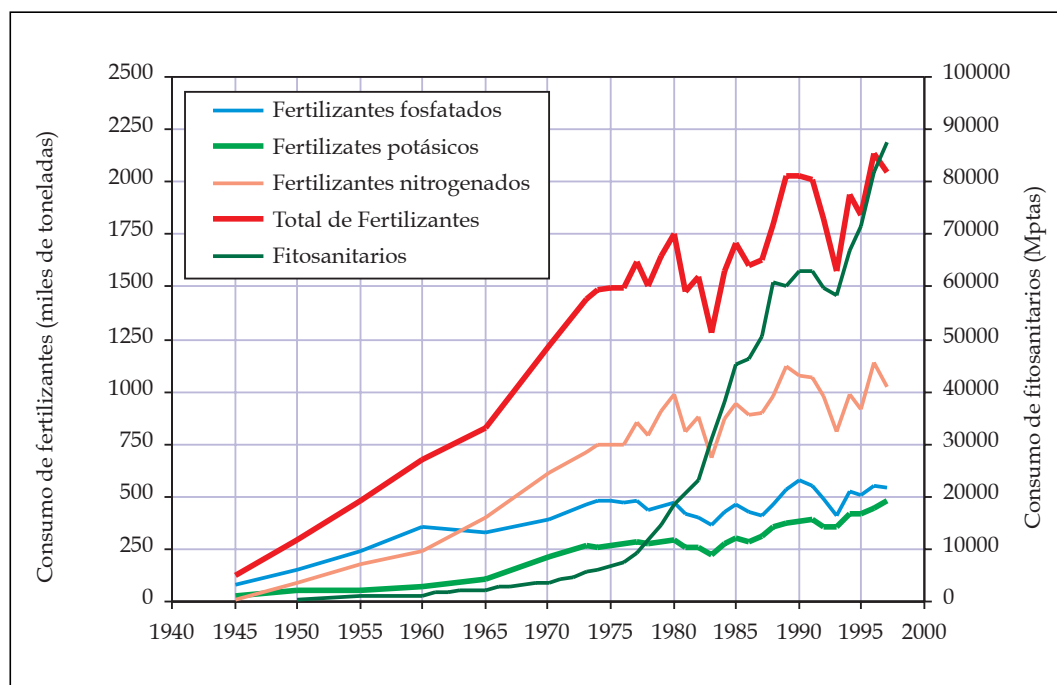


Figura 232. Evolución del consumo de productos fertilizantes y fitosanitarios empleados en agricultura

Además del incremento de superficies de regadío, y asociado con éste, la transición de la agricultura tradicional a la agricultura moderna se caracterizó también por un excepcional incremento del empleo de los medios de producción agrícola.

Así, y de forma ilustrativa, la figura 232 (elaborada con datos de MAPA [1997] pp. 604-606, 615) muestra la evolución histórica del consumo agrícola total anual (en millones de pesetas corrientes) de productos fitosanitarios (incluyendo insecticidas y acaricidas, fumigantes, fungicidas, herbicidas y otros varios), y del consumo agrícola total anual de fertilizantes nitroge-

nados, potásicos y fosfatados, en toneladas de N, K_2O , y P_2O_5 respectivamente.

Con objeto de tener una idea relativa de estas magnitudes, se han dividido los consumos totales de fertilizantes por la superficie fertilizable (tierras de cultivo menos barbechos más prados naturales) existente cada año. La figura 233 muestra tal evolución.

Estas cifras tienen, lógicamente, un valor meramente indicativo, pues la media ofrecida puede encubrir irregularidades espaciales muy importantes. En cualquier caso, puede verse claramente que desde el año 50 se

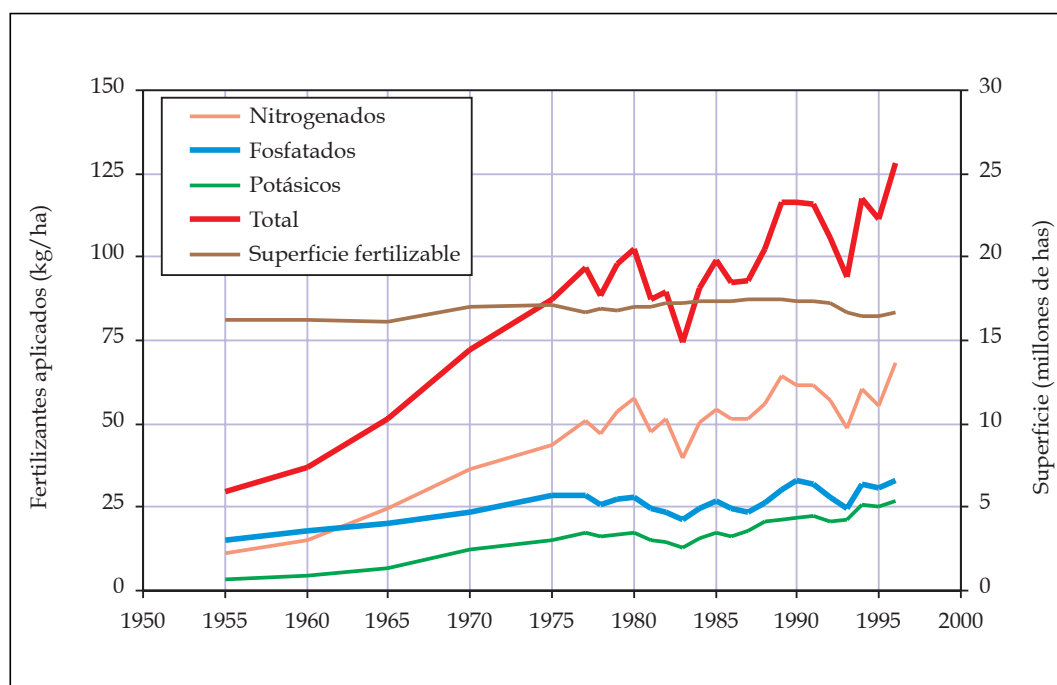
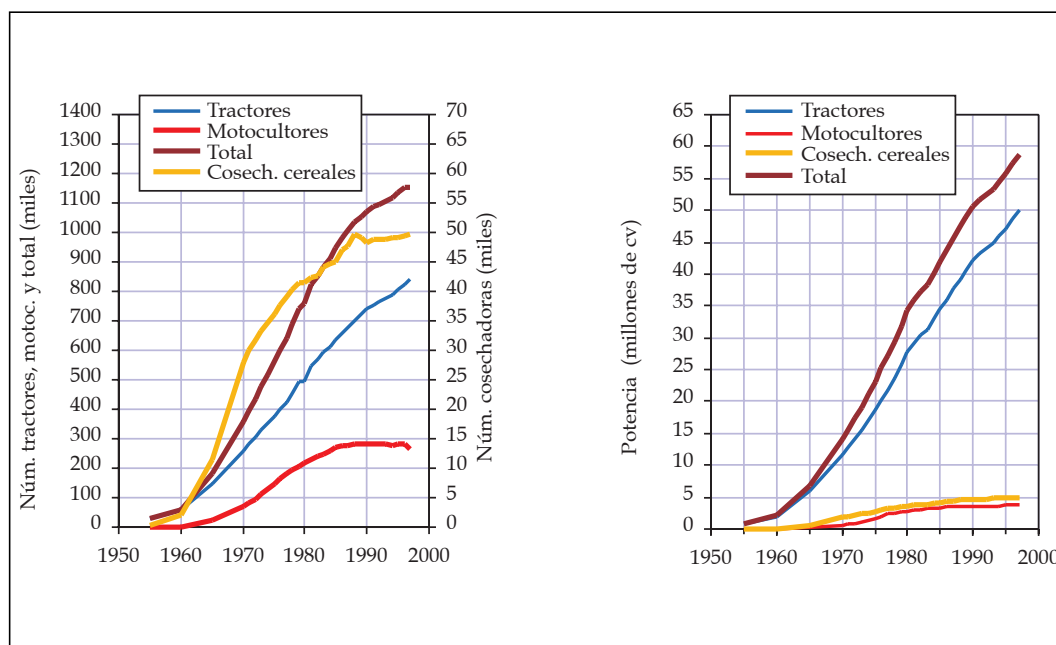


Figura 233. Evolución del consumo de productos fertilizantes por hectárea de tierra fertilizable

Figura 234. Evolución del número y potencia del parque de tractores, motocultores y cosechadoras



registra un enorme crecimiento en el empleo de estos medios, quintuplicando las cantidades unitarias aplicadas en apenas 40 años.

De igual modo, resulta también muy ilustrativo de la transformación producida el examen de la evolución experimentada por los medios mecánicos auxiliares de la producción agrícola.

Así, los gráficos de la figura 234 (de elaboración propia a partir de datos de MAPA [1997] pp. 609-610) muestran la evolución histórica, en las últimas décadas, de las existencias a 31 de diciembre de tractores, motocultores y cosechadoras de cereales inscritas en las Delegaciones Provinciales de Agricultura, y de la

potencia anual de este parque, en millones de caballos de vapor.

Como puede verse, el crecimiento en número y potencia desde los años 50 es permanente, y continúa en la actualidad sobre todo con los tractores, frente a cierto estancamiento de motocultores y cosechadoras de cereales.

Para tener una idea relativa de cómo este incremento de medios de producción se relaciona con el incremento de superficies de cultivo, la figura 235 ofrece (datos de MAPA [1997] p.610) la serie de potencias existentes por cada 100 hectáreas cultivadas (lo que se conoce como *índice de mecanización*).

Figura 235. Evolución del Índice de mecanización

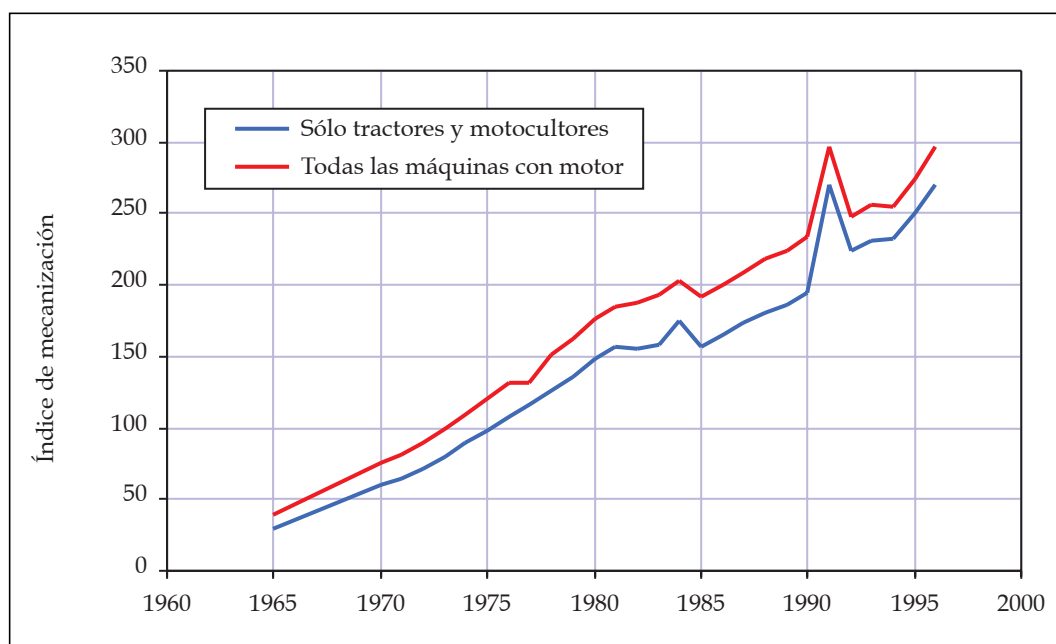
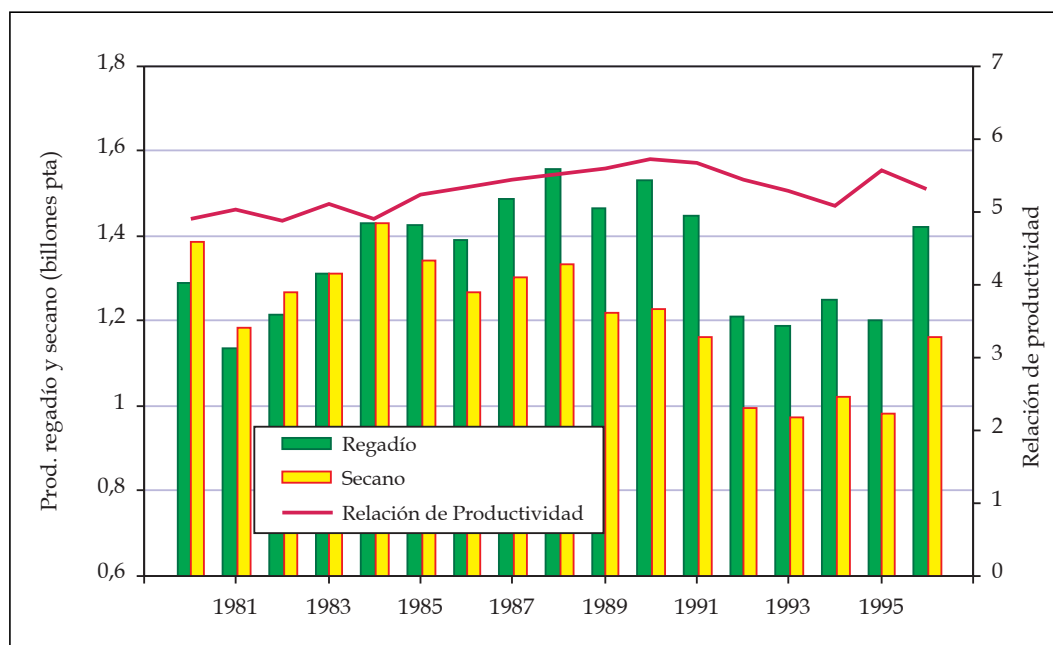


Figura 236. Evolución desde 1980 de la producción total agrícola del regadío y del secano, y de la relación de productividad entre ambos



El gran desarrollo de estos medios de producción ha supuesto, en definitiva, un extraordinario incremento, en las últimas décadas, de los inputs aportados a la actividad agrícola.

Como se expondrá más adelante, con la incorporación de España a la Unión Europea a mediados de la década de los ochenta se acelera la mutación en el ámbito de nuestra agricultura, forzando aún más la transición de un modelo autárquico tradicional (o de agricultura concebida como modo de vida), a otro basado en la modernización de infraestructuras, productividad, competitividad comercial, precios y calidad (o de la agricultura como actividad económica y negocio), que la adecue a las exigencias del comercio mundial -especialmente de la Política Agraria Comunitaria (PAC)-, en un marco de ventajas y limitaciones relativamente rígidas, y complejas regulaciones internacionales.

El resultado final de este proceso está aún por ver, pero ya se intuyen, junto con indudables beneficios, algunas distorsiones e inconvenientes. En posteriores secciones se abordarán tales problemas y perspectivas de futuro.

3.3.5.2. Uso actual del agua para riego

El interés de los regadíos como actividad productiva nacional responde al hecho de que están en la base del sistema agroalimentario y a que, ocupando sólo el 15% de la superficie agrícola útil, se obtiene de ellos el 55% de la producción final agrícola. Además, generan un 30% de los jornales estimados necesarios para el sector agrario. En algunas regiones, como Andalucía, este porcentaje casi se duplica, y en otras, como Aragón, el sector agroalimentario genera el 15% de todo el empleo industrial de

Tabla 74. Superficies de riego actualmente existentes según los Planes Hidrológicos de cuenca

Ámbito	Superficie (ha)
Norte (I, II y III)	69.972
Duero	550.326
Tajo	230.720
Guadiana (I y II)	340.974
Guadalquivir	483.170
Sur	159.607
Segura	265.969
Júcar	370.000
Ebro	783.948
C. I. Cataluña	64.502
Galicia Costa	63.811
Península	3.382.999
Baleares	24.039
Canarias	30.000
España	3.437.038

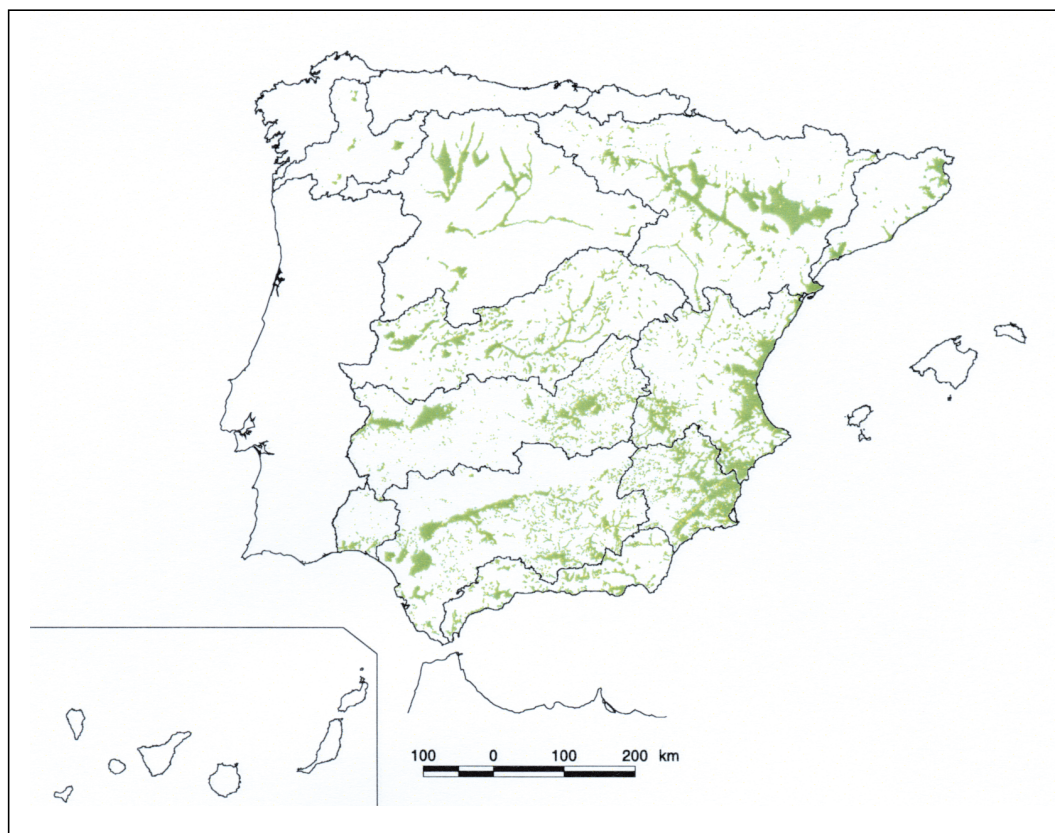


Figura 237. Mapa de superficies brutas de riego identificadas en los Planes Hidrológicos de cuenca

la región. Ambos ejemplos dan una idea de la gran importancia socioeconómica del regadío, más allá de su participación en el PIB.

El gráfico de la figura 236 (de elaboración propia con datos del MAPA) muestra la evolución reciente de esta producción agrícola (en billones de ptas. constantes de 1996), así como la relación de productividad (ptas/ha) entre regadío y secano. Puede apreciarse la importante magnitud relativa del regadío frente al secano, y cómo esta relación ha tendido a incrementarse con el paso del tiempo. Estas magnitudes presentan, además, importantes diferencias territoriales, tal y como se verá en posteriores epígrafes.

Centrando nuestra atención en las superficies de riego, que son las relevantes desde el punto de vista de los recursos hídricos, la tabla 74 ofrece los datos de superficie regada actualmente existente, según los recientemente aprobados Planes Hidrológicos de cuenca.

En la tabla, la superficie correspondiente a los Riegos de Levante Margen Izquierda se ha considerado incluida totalmente en el ámbito del Segura, pese a que una parte importante se encuentra en el ámbito del Júcar. Los riegos del ATS en Almería no se incluyen en el Segura, sino en el Sur.

El mapa de la figura 237, elaborado a partir de la información de los Planes Hidrológicos de cuenca,

muestra la localización espacial de estos regadíos existentes, en términos de superficies brutas o perímetros envolventes de riego.

Asimismo, la figura 238 muestra la distribución de superficies regadas, identificadas mediante análisis de teledetección, por unión de datos de los años 1984, 1987, 1991 y 1995.

Como puede verse, ambos mapas presentan un aspecto idéntico, pero con diferencias de densidad. Ello es perfectamente explicable considerando que representan dos conceptos distintos: en la primera están dibujados los perímetros envolventes de riego (las denominadas unidades de demanda agraria, con superficies brutas), cartografiados y contemplados en los Planes Hidrológicos de cuenca, mientras que en la segunda se representa el resultado de un estudio multitemporal de teledetección en el que se han identificado las superficies realmente regadas (netas) en el verano de los años 1984, 1987, 1991 y 1995.

El paso de superficies brutas a netas requiere de la aplicación de los correspondientes coeficientes de reducción por efectos de rotación y por improductivos, pudiendo llegar a alcanzarse diferencias significativas entre ambos conceptos. Así, y como ejemplo, atendidas desde la cuenca del Segura se han cartografiado, a partir de los inventarios de aprovechamientos hidráulicos realizados sobre foto aérea y con gran detalle y resolución espacial, un total de 457.950 ha brutas

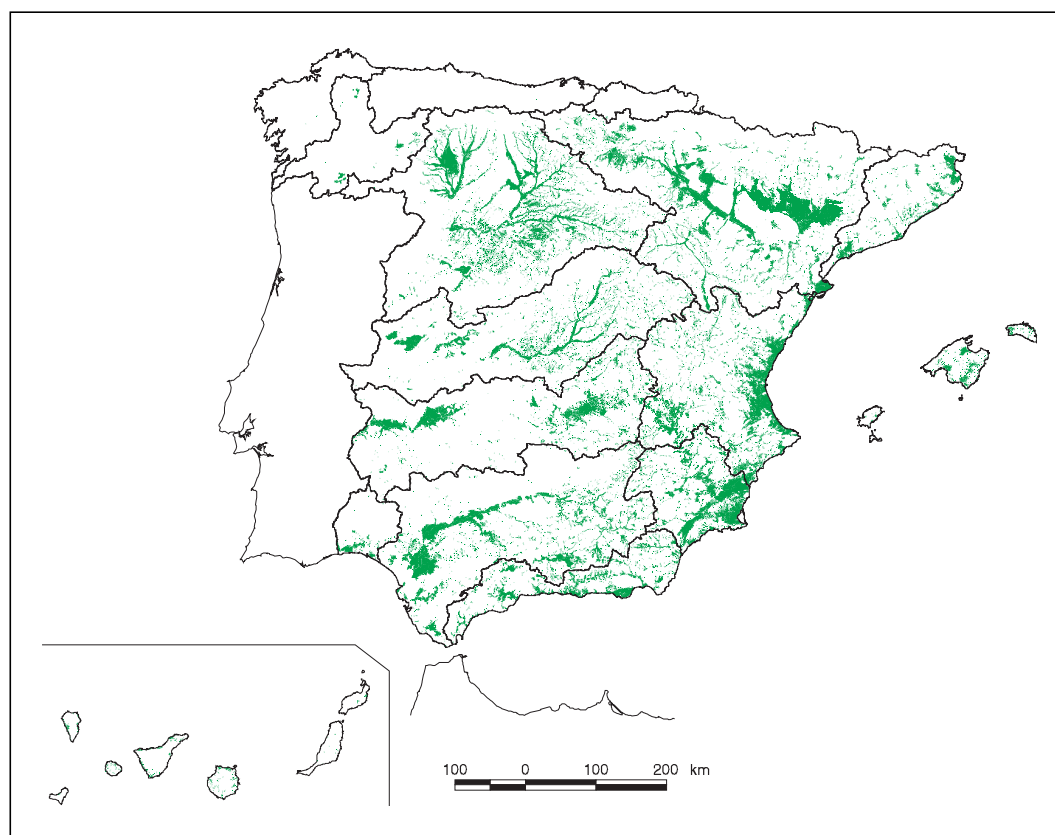


Figura 238. Mapa de superficies regadas identificadas mediante teledetección (años 1984, 1987, 1991, 1995)

regables (dominadas y, alguna vez, ocasionalmente, regadas), mientras que las realmente regadas, netas, cuya demanda está consolidada y se debe satisfacer en un año medio representativo, se han estimado, incluyendo los riegos del ATS en Almería, en 269.029, es decir, apenas un 60% de las brutas.

Estas superficies de regadío existentes generan una muy importante demanda hídrica. La tabla 75 muestra tales demandas actuales según los Planes Hidrológicos de cuenca, expresándose sus valores en términos absolutos, y en porcentaje sobre la demanda total de riego

en España, y ofreciéndose también las dotaciones globales medias resultantes.

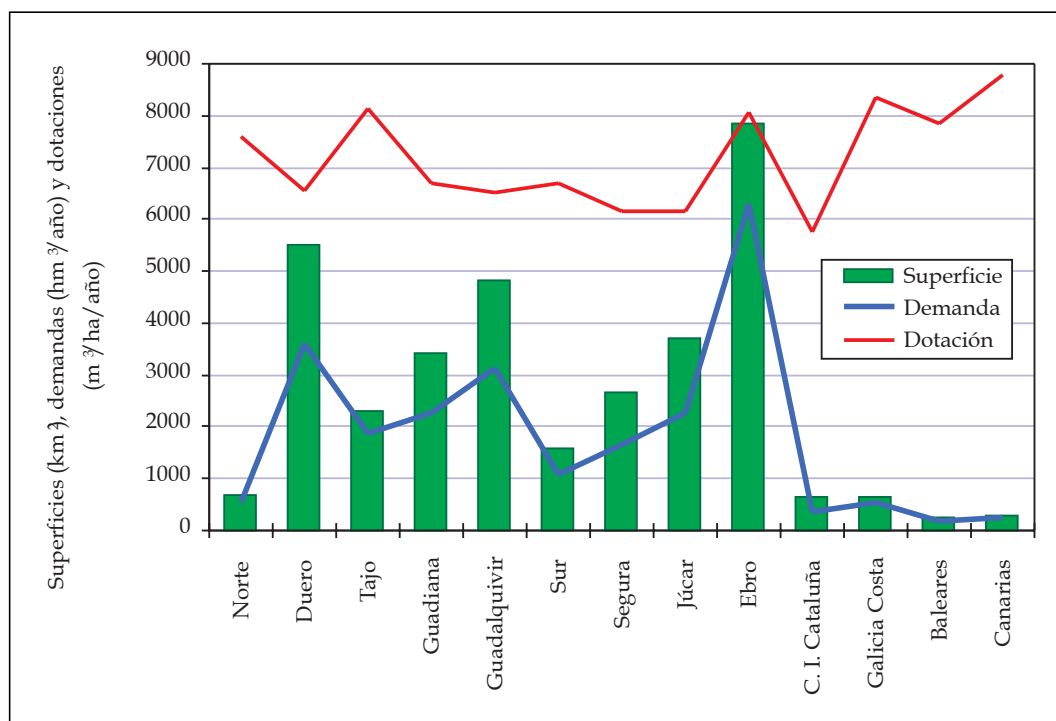
Como se observa, el total demandado es del orden de unos 24.000 hm³/año, de los que más de la mitad corresponden a las grandes cuencas del Ebro, Duero y Guadalquivir. Las dotaciones medias oscilan entre los 5.750 (C.I. Cataluña) y los 8.800 m³/ha/año (Canarias), con un valor medio global de 7.000. La figura 239 muestra visualmente estos resultados.

En cuanto a los métodos de riego utilizados, un 59% de la superficie ocupada riega por gravedad, un 24%

Tabla 75. Demandas de riego y dotaciones medias actuales por ámbitos de planificación

Ámbito	Demandas de regadío (hm ³ /año)	Demandas de regadío (%)	Dotación media (m ³ /ha/año)
Norte (I, II y III)	532	2	7.589
Duero	3.603	15	6.547
Tajo	1.875	8	8.127
Guadiana (I y II)	2.285	9	6.701
Guadalquivir	3.140	13	6.499
Sur	1.070	4	6.704
Segura	1.639	7	6.162
Júcar	2.284	9	6.173
Ebro	6.310	26	8.049
C. I. Cataluña	371	2	5.752
Galicia Costa	532	2	8.337
Península	23.641	98	6.988
Baleares	189	1	7.862
Canarias	264	1	8.800
España	24.094	100	7.010

Figura 239.
Superficies, demandas
y dotaciones actuales
por ámbitos de
planificación



por aspersión, y un 17% mediante riego localizado.

Los datos referentes al origen del agua utilizada en los regadíos españoles no están suficientemente contrastados con inventarios directos. En aquellos que se atienden con aguas subterráneas, una de las principales causas de su insuficiente conocimiento es el hecho de que estas transformaciones, en general, han corrido a cargo de la iniciativa privada, y solo a partir de 1986 necesitan, obligatoriamente, la concesión administrativa correspondiente. Si se considera, además, el hecho -relativamente frecuente en algunas zonas- de que un mismo terreno dispone de distintas fuentes de recursos, se comprenderá que la identificación de los orígenes de recursos de todos los regadíos resulta una labor ardua y muy compleja.

Pese a estas dificultades, tanto el MAPA como el MOPTMA han elaborado distintas estimaciones, obteniendo distribuciones porcentuales que resultan ser del mismo orden de magnitud, tal y como muestra la tabla 76.

En la figura 240 se muestra el origen del agua en las zonas regadas según la evaluación del MOPTMA (1987).

Por otra parte, y como ya se ha mencionado, la estacionalidad de la demanda de riegos puede llegar a ser muy acusada, lo que acrecienta las necesidades de regulación, al coincidir las puntas de demanda con los periodos de menor disponibilidad natural de recursos hídricos.

De forma ilustrativa, la figura 241 muestra los valores medios de la distribución estacional de estas demandas según los datos extraídos de algunos Planes Hidrológicos de cuenca. Puede apreciarse que en aquellas zonas donde la climatología permite cultivos de invierno, como el Segura, Júcar y Sur, esta distribución presenta una menor estacionalidad, mientras que otras como el Guadiana, Tajo o Duero, prácticamente anulan sus demandas desde noviembre hasta marzo.

3.3.5.3. Precios del agua en regadío

De igual forma que en el uso de abastecimiento, se expondrán seguidamente algunas cifras de precio pagado por el agua de riego en distintas zonas de España.

La preocupación estadística por estos datos es relativamente reciente, y aunque hay abundante información al respecto, ésta suele tener el carácter pun-

Tabla 76.
Distribución de
superficies regadas
según orígenes
del agua

Origen del agua	Superficie regada (%)	
	MAPA	MOPTMA
Superficial	68	67
Subterránea	28	23
Mixto y Otros	4	10

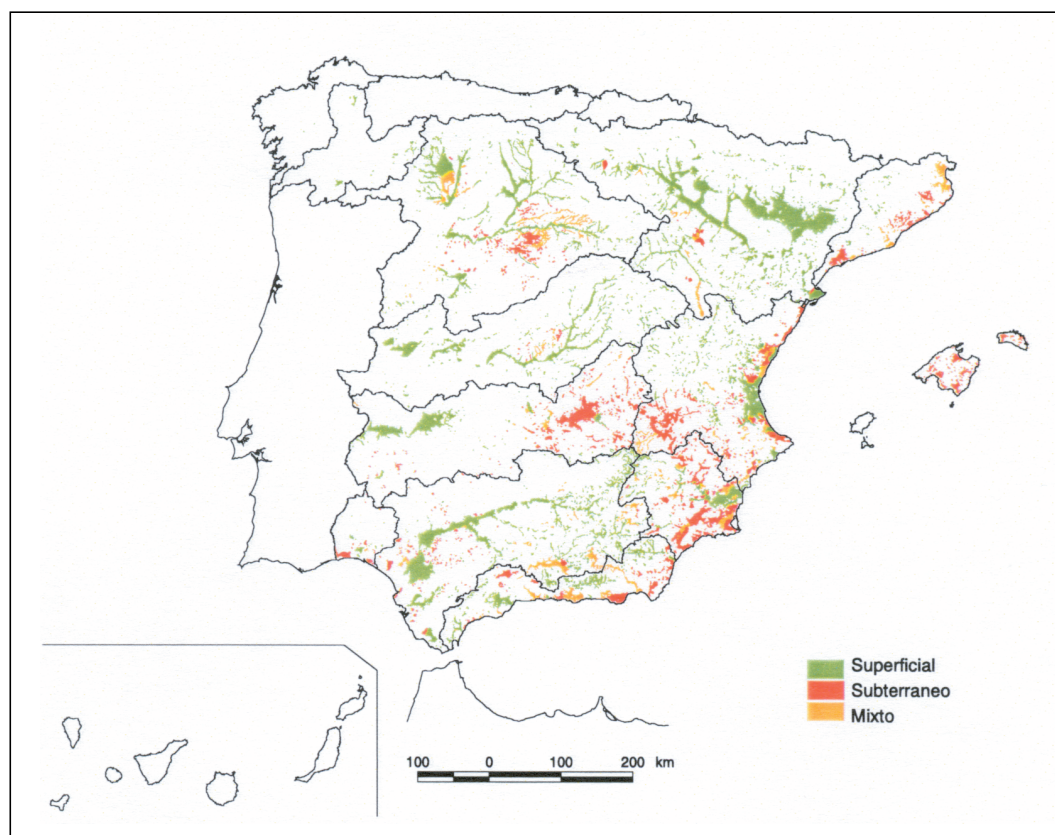


Figura 240. Mapa de zonas regadas con sus orígenes del agua

tual de los muestreos, no siempre bien representativos. En los últimos años se están produciendo interesantes estudios sistemáticos sobre la cuestión, aunque ceñidos a determinados territorios (v., p.e., Carles et al., 1998).

Las dificultades metodológicas para la estimación de los precios de abastecimientos se ven aquí, si cabe, exacerbadas, pues la diversidad de situaciones en las

zonas regables o comarcas agrarias españolas es extraordinaria. Así, hay diferencias puntuales en tipologías de cultivos, prácticas y tecnologías de riego, costes de distribución y bombeo, costes diferentes para una misma zona según la fuente de suministro coyuntural que se emplee de entre las distintas posibles, costes distintos según la situación hidrológica de cada año, según el dato proceda de tarifas oficiales o sea encuestado, según se trate de un valor

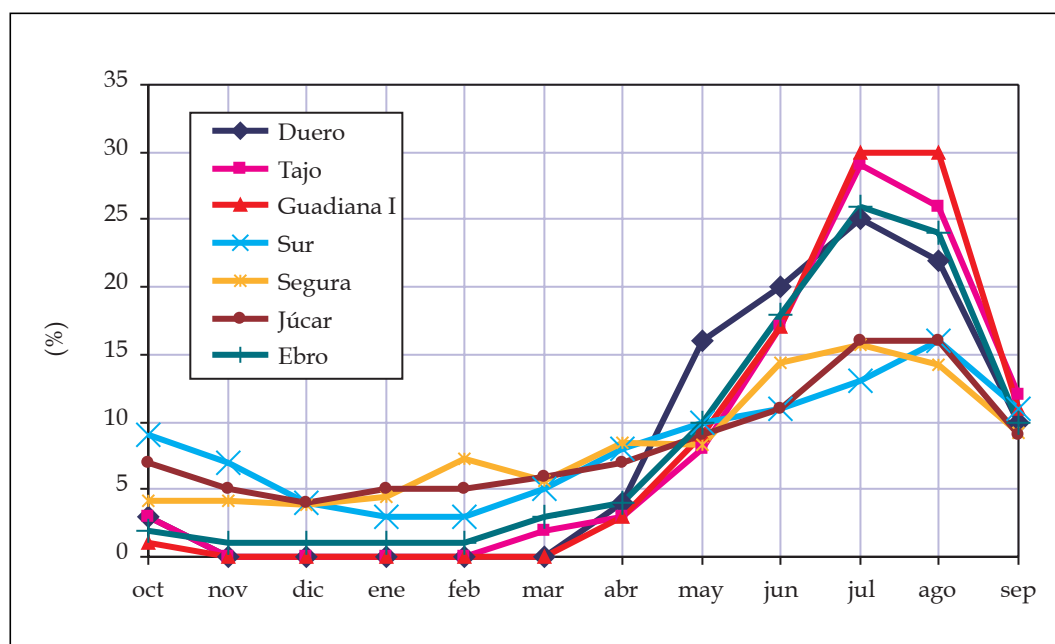


Figura 241. Distribución estacional media de las demandas de riego en algunos Planes Hidrológicos

extremo coyuntural o medio sostenido, según sea un coste de producción o de venta, etc.

Todo ello conduce, en definitiva, a que exista una gran variabilidad de precios, incluso entre zonas muy próximas, e incluso para la misma zona según el año y la fuente del dato, por lo que las cifras disponibles de los distintos trabajos y encuestas han de considerarse como meramente indicativas, y sujetas a elevadas dispersiones.

Para obtener una idea global del precio del agua para regadío en España, pueden considerarse, simplificada-mente, las siguientes tipologías: los regadíos tradicionales o las grandes transformaciones de iniciativa pública, con agua superficiales, suelen ser los de menor coste del agua (en torno a 1-3 pts/m³); otros riegos superficiales más tecnificados o con mayor escasez tienen precios mayores (5-10 pts/m³); los regadíos con aguas subterráneas suelen alcanzar también mayores precios (5-15 pts/m³); los de aguas trasvasadas tienen precios aún mayores a éstos (20-25 pts/m³); por último, los regadíos altamente productivos y con mayor escasez de suministro son los que alcanzan los mayores precios del agua (25-65 pts/m³).

En cuanto a la elasticidad de la demanda hídrica frente a estos precios pagados, se trata de un terreno poco estudiado en nuestro país, aunque en los últimos años se están realizando distintos trabajos de interés, que van permitiendo su acotamiento y caracterización (Sumpsi et al. [1998]; Federación Nacional de Comunidades de Regantes [1999]). Una revisión de otros aspectos económicos relacionados con el regadío puede verse en Garrido Colmenero (1995), y algunas reflexiones sobre economía de los riegos en Albacete y Peña (1995).

3.3.5.4. Demanda Futura

La previsión de las futuras demandas de regadío resulta particularmente compleja, y sometida a algunas incertidumbres (desarrollo futuro de los regadíos, restricciones de la PAC, disponibilidades financieras, mercados agrícolas, garantía de recursos hídricos, impactos ambientales, precios del agua, etc.).

Pese a tales dificultades, y con el objeto de acotar su magnitud, los Planes Hidrológicos de cuenca han

realizado una estimación de estas demandas, considerando los distintos requerimientos sociales (fundamentalmente de las Administraciones agrarias y los usuarios), y atendiendo a su viabilidad desde el punto de vista de las disponibilidades hídricas. Las cifras obtenidas son las resumidas en la tabla adjunta, y han de interpretarse como una potencialidad futura (lo que, como veremos, el Plan Nacional de Regadíos llama *regadíos potenciales*), que se podrá ir materializando, en su caso, en la medida en que se desarrollen los preceptivos procedimientos administrativos y se arbitren los medios financieros necesarios para las transformaciones. Debe indicarse, en todo caso, que –al igual que se hizo con las previsiones de abastecimiento– se está interpretando la demanda en el sentido reglamentario, es decir, se suponen estimaciones teóricas de máximo consumo futuro con elasticidad precio nula.

En las tablas 77 y 78 así como en las figuras 242 y 243, se muestran las superficies y demandas de riego consideradas en los Planes Hidrológicos de cuenca.

Además de las posibles iniciativas de las Comunidades Autónomas y de los particulares, ejercidas en el ámbito de sus respectivas competencias e intereses, el MAPA ha programado, en el contexto del Plan Nacional de Regadíos, una serie de actuaciones para llevar a cabo a medio plazo, mediante mecanismos de cofinanciación con el resto de Administraciones agrarias y, en su caso, de los particulares. Estas actuaciones implicarían la transformación de unas 240.000 ha en los próximos 10 años, correspondientes a regadíos en ejecución, sociales y privados, cuyo detalle se muestra posteriormente, en el epígrafe dedicado al Plan de Regadíos. Como se indicó, éste es un ritmo muy elevado, similar al de los años 60.

Asimismo, una cuestión básica en relación con el regadío futuro es la del nivel de precios soportable por la agricultura desde el punto de vista de los requerimientos hídricos. La mayor o menor demanda futura dependerá, en buena medida, del precio resultante del agua para riego y su mayor o menor elasticidad, cuestión a la que nos referimos anteriormente.

Tabla 77. Previsiones de posibles superficies máximas de regadíos a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos

Ámbito	Superf. Actual	Primer horizonte	Segundo horizonte
Galicia Costa	63.811	63.811	63.811
Península	3.382.999	3.931.600	4.547.284
Baleares	24.039	24.039	24.039
Canarias	30.000	34.000 (1)	38.000
TOTAL	3.437.038	3.989.639	4.609.323

Ámbito	Demanda actual (hm ³ /año)	Primer horizonte (hm ³ /año)	Segundo horizonte (hm ³ /año)
Norte I	475	339	357
Norte II	55	55	55
Norte III	2	3	3
Duero	3.603	4.349	5.022
Tajo	1.875	1.785	2.048
Guadiana I	2.157	2.454	2.645
Guadiana II	128	300	421
Guadalquivir	3.140	3.299	3.659
Sur	1.070	1.127	1.172
Segura	1.639	1.639	1.639
Júcar	2.284	2.420	2.580
Ebro	6.310	8.213	9.879
C.I. Cataluña	371	410	494
Galicia costa	532	277	277
Península	23.641	26.670	30.251
Baleares	189	189	189
Canarias	264	264	264
Total	24.094	27.123	30.704

Tabla 78. Previsiones de demandas máximas de regadíos a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos

Por otra parte, en el contexto de los trabajos para la preparación del vigente Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2005, se llevó a cabo una selección multicriterio de los regadíos futuros potenciales, considerando la viabilidad técnico-económica y social de la transformación, las estructuras agrarias y entorno agroindustrial, y el impacto ambiental y sus posibles medidas correctoras.

Se identificó así un conjunto de 1.153.203 has (MAPA [1996] pag.23) de regadíos potenciales futuros, de las que 209.818 eran de iniciativa pública con normativa legal (ya declaradas), 828.632 has eran de iniciativa pública sin normativa, y 114.753 has eran de iniciativa

privada. Su desarrollo estará obviamente condicionado por su interés social, rentabilidad económica, disponibilidad de recursos hídricos y financieros, demanda de los mercados y repercusiones ambientales.

Las superficies potenciales identificadas por el vigente PNR-2005, junto con las del Borrador de PNR-2008 (MAPA [1998]), y las recogidas a largo plazo (año 2018) por la planificación hidrológica de las cuencas, son las ofrecidas en la tabla 79.

Como puede verse, las tres fuentes arrojan cifras globales muy similares entre sí.

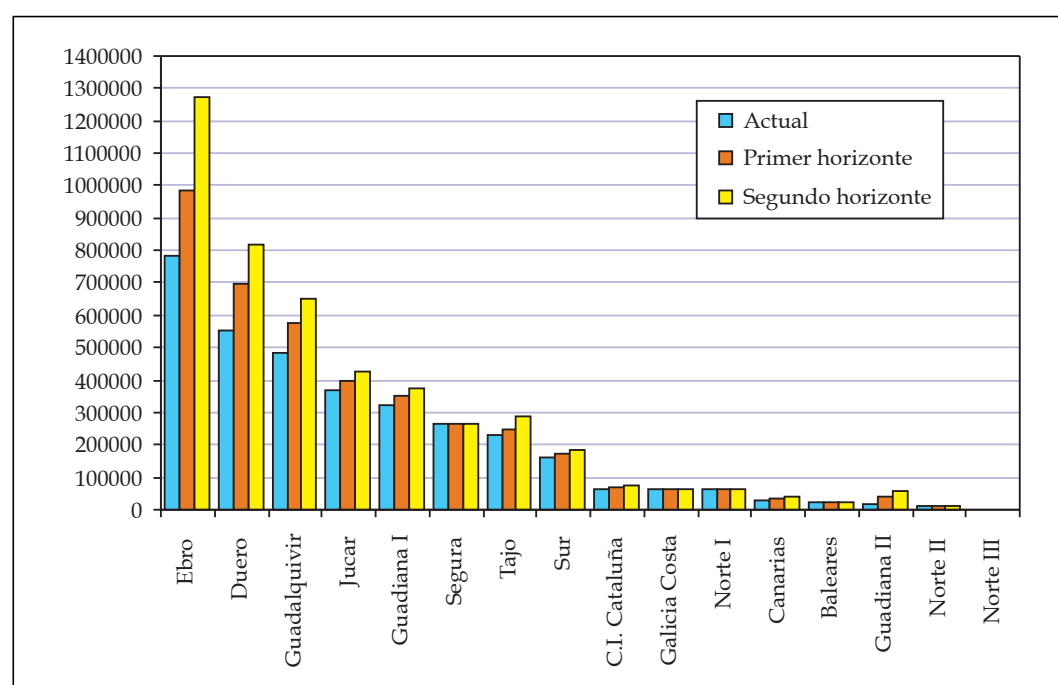


Figura 242. Superficies de riego (ha) en los Planes Hidrológicos de cuenca

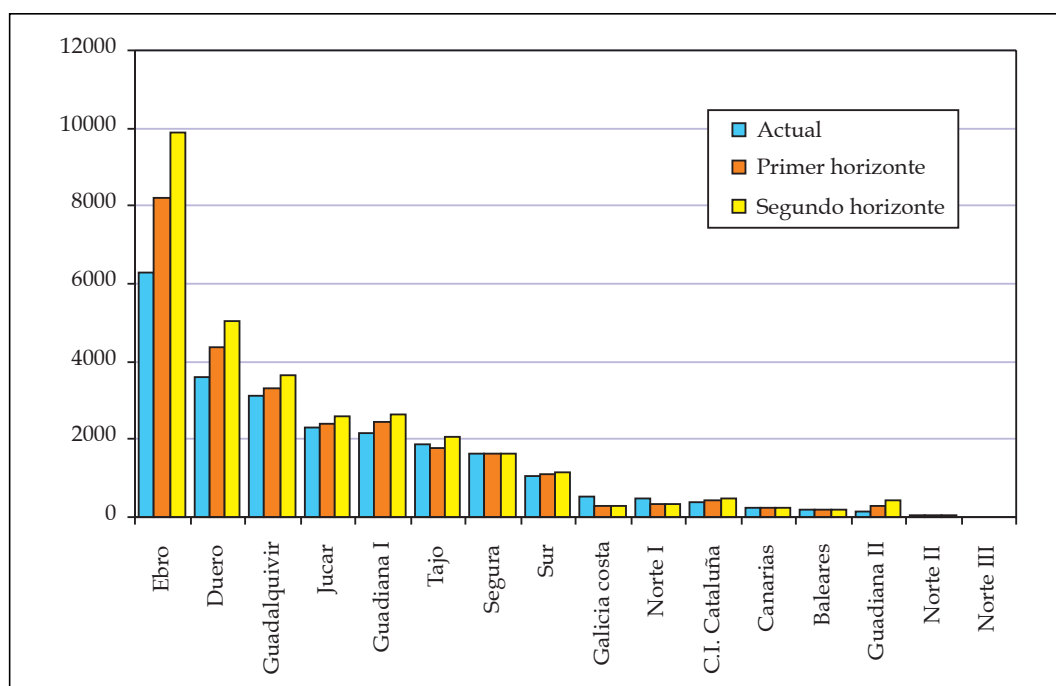


Figura 243. Demanda máxima de regadíos prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos

3.3.5.5. Circunstancias y Problemas Existentes y Previsibles

Tras la presentación de los datos y estimaciones fundamentales del regadío, procede ahora plantear algunas cuestiones relacionadas con su situación y perspectivas de futuro. En la valoración de estas perspectivas de los regadíos españoles se han de tener en cuenta problemas no solo de tipo económico, sino también medioambientales, sociales, etc.

Considerando que España, país mediterráneo por excelencia, es uno de los miembros de la UE en los que, por sus características climáticas, su actividad agrícola depende en gran medida del regadío, no podemos dejar a un lado los problemas derivados de

los cambios en los mercados agrarios mundiales que repercutirán en la Política Agraria Comunitaria, afectando a la competitividad de los productos españoles. En consecuencia es previsible que se produzca un descenso en los precios agrarios, derivado de la apertura al exterior y de la competencia entre mercados.

Merecen especial atención los problemas en el suministro de agua a las zonas regables, que, en algunos casos, impiden satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, en cantidad y calidad, bien sea por una falta de adecuación en la entrega o por que las dotaciones calculadas para el proyecto, y objeto, en su caso, de concesión, han sido superadas por la introducción de nuevos cultivos con mayores necesidades hídricas.

Cuenca	Potenciales PNR-2005	Potenciales Borrador H-2008	Largo plazo PHC
Galicia Costa	707	0	0
Norte	8.604	0	4.528
Duero	349.567	249.503	268.097
Tajo	51.232	35.777	59.190
Guadiana	74.043	93.983	89.849
Guadalquivir	84.847	92.963	165.872
Sur	14.550	6.708	22.865
Segura	30.823	2.145	0
Júcar	48.000	75.758	55.000
Ebro	485.216	465.981	487.358
C. I. Cataluña	0	0	11.526
Baleares	4.000	750	0
Canarias	1.614	3.400	8.000
TOTAL:	1.153.203	1.026.968	1.172.285

Tabla 79.
Determinaciones sobre superficies de regadíos potenciales por ámbitos de planificación

Han de ser evaluados también los riesgos ambientales derivados de una agricultura intensiva, que para lograr productos competitivos, tiende al uso de una mayor cantidad de productos químicos contaminantes, y a la sobre-explotación de acuíferos y otros recursos naturales.

En los siguientes epígrafes se describen someramente algunos de principales problemas que se acaban de apuntar.

3.3.5.5.1. Condiciones de mercado y competitividad de la producción.

La Política Agraria Común.

Tendencias de futuro

El agua siempre ha constituido un elemento fundamental en la agricultura de los países mediterráneos, entre ellos España, al ser su potencial agrícola fuertemente dependiente de la actividad del regadío, en el cual, como es sabido, el agua constituye el factor esencial de su proceso productivo. Por esta razón, la política hidráulica española ha estado permanentemente influida por los objetivos marcados en la política de regadíos, como instrumento de la política agraria, aunque es de prever que, como se verá al analizar la crisis del modelo tradicional y los nuevos fundamentos de la política hidráulica, esta relación tenderá gradualmente a atenuarse en el futuro.

En este sentido, es obligado dedicar atención preferente al contexto exterior en el que se va a desenvolver el sector en los próximos años. Sin olvidar las perspectivas de los mercados agrarios mundiales, es especialmente relevante describir brevemente el marco institucional y regulatorio que define las reglas de actuación. La literatura existente sobre esta importante cuestión es muy extensa, pudiendo verse, p.e., Tió (1997). Asimismo, un interesante análisis de la coyuntura actual de la economía agrícola y de sus perspectivas de futuro es el proporcionado por Velarde (1996).

En síntesis, puede decirse que el proceso de liberación de los mercados mundiales, incluidos los agrarios, iniciado en los años cincuenta, fue una de las razones que dieron lugar, en 1957, a la creación, por el Tratado de Roma, de la Comunidad Económica Europea y al establecimiento de una Política Agraria Común (PAC) como mecanismo de defensa de los intereses europeos.

La PAC ha consistido desde sus orígenes, básicamente, en una política de regulación de mercados de productos agrarios dentro de la UE y, si bien no ha marcado estrategias concretas sobre el desarrollo de regadíos, puesto que ésta es una estrategia estructural que

corresponde a los países miembros, no cabe duda de que condiciona las actuaciones de ámbito nacional en materia de regadíos.

Inicialmente, la filosofía de la PAC se basaba en la fijación, mediante unas Organizaciones Comunes de Mercado (OCM), de un precio mínimo de garantía para las producciones, lo que aseguraba a los agricultores el valor de sus cosechas al margen de las fluctuaciones de los precios, en tanto que la protección en frontera limitaba las importaciones a aquellas situaciones en que los precios internos del mercado común agrario superaban un umbral prefijado. El principio de solidaridad financiera hacía que el presupuesto comunitario soportase los costes crecientes que necesariamente acompañaban al mantenimiento del sistema.

Las disfunciones provocadas por esta política, entre las que cabe destacar la generación de grandes excedentes en los productos propios de la agricultura continental europea, hicieron que a partir de mediados de los ochenta surgieran fuertes críticas ante tal situación. Se consolidó entonces la idea de que no era económicamente razonable ni financieramente posible conseguir una garantía integral para cantidades ilimitadas de productos agrarios (*Libro Verde* de 1985), y a finales de los ochenta la UE se vio obligada a considerar la necesidad de una profunda reforma de la PAC.

Este proceso culminó en 1992 con la aprobación por el Consejo de Agricultura de la CE de la reforma de la PAC, con vigencia para el periodo 1994-1999.

En 1986, coincidiendo cronológicamente con las críticas a la PAC entonces vigente, se inició en Uruguay la 8ª Ronda del GATT, que concluiría con los acuerdos de Marrakech de 1994. Con ello se dieron los primeros pasos hacia una liberalización total del comercio a nivel mundial, referida fundamentalmente al comercio exterior agrario.

Estos acuerdos suponen un claro perjuicio para la agricultura europea por la dificultad de adaptar sus altos costes de producción a los bajos precios internacionales. La Unión Europea, gracias a la reforma de la PAC de 1992, pudo conseguir una demora en la aplicación de estos acuerdos hasta la siguiente reunión de la Organización Mundial de Comercio (OMC) que sustituyó al GATT, prevista para 1999.

Con la reforma de la PAC, además de preparar a la agricultura europea para los futuros acuerdos del GATT, el nuevo escenario incorpora medidas restrictivas que modifican sustancialmente las expectativas bajo las que España había negociado el ingreso de su agricultura en el mercado comunitario.

Así, y como se vio al analizar la evolución de las superficies, nuestra producción agrícola ha pasado, en un corto periodo de tiempo, de un modelo que provenía de la estrategia definida en los años sesenta bajo el objetivo básico de alcanzar el mayor grado de autoabastecimiento posible y en el que se encontraba fuertemente protegida frente al exterior, a la vez que mantenía las tradicionales exportaciones propiciadas por las ventajas comparativas (vino, aceite de oliva, frutas y hortalizas), a otro radicalmente distinto.

En la actualidad, y como se verá posteriormente, las subvenciones de explotación, que proceden principalmente de la UE, ascienden al 24% de la renta agropecuaria nacional, superando en algunas Comunidades Autónomas el 40%. Estas cifras muestran la gran dependencia de nuestra agricultura de tales ayudas. Sin ellas es probable que una parte importante de la superficie cultivada en España se hubiera abandonado, con el consiguiente deterioro del medio rural. La figura 244 y la tabla 80 muestran las subvenciones agrarias por CCAA en 1995, tanto absolutas (ayudas directas, FEOGA-Garantía, FEOGA-Orientación y Fondos estructurales), como relativas respecto al VAB agrario regional (datos procedentes de MAPA [1998]; García Sanz [1996] pp.230-234).

Algunos autores interpretan las subvenciones no estrictamente como tales, sino como pagos compensatorios para propiciar la aproximación de rentas agrarias al resto de la economía europea, mientras otros consideran que sólo son subvenciones las ayudas directas al agricultor, sin considerar las ayudas destinadas a la mejora de las estructuras de producción. Ello puede interpretarse así, pero, sea de forma directa o indirecta, es un hecho que el sector agrario español ha recibido una importante inyección de fondos europeos en los últimos años, tendentes específicamente a financiar las rentas agrarias.

En líneas generales, la nueva PAC persigue la regulación anual de los mercados buscando fórmulas compatibles con los acuerdos del GATT para mantener el nivel de las rentas agrarias mediante un complicado programa de ayudas compensatorias, y evitando la generación de producciones excedentarias en la Unión Europea. Su nueva filosofía se concreta, de forma resumida, en las siguientes medidas:

- Rebaja de los precios institucionales
- Establecimiento de ayudas compensatorias por hectárea para los cultivos herbáceos (basadas en rendimientos históricos de los cereales) o bien mediante primas por cabeza de ganado. Estas ayudas compensatorias vienen limitadas por la superficie de refe-

rencia fijada por el Reglamento Comunitario (secano: 8,1 millones de hectáreas distribuidas por Comunidades Autónomas; regadío: 0,4 millones de hectáreas para el maíz y 0,7 para otros cultivos herbáceos) y están condicionadas, salvo para los pequeños agricultores, a la retirada rotativa de la producción (*set-aside*) de una parte de las tierras. Se mantienen las limitaciones productivas preexistentes para el resto de los cultivos (cuotas de producción de azúcar, etc.).

- Medidas de acompañamiento de protección del medio ambiente (extensificación, reducción de la contaminación, etc.), forestación de tierras agrícolas y jubilaciones anticipadas.

En lo que se refiere al sector hortofrutícola y demás productos mediterráneos, vitales para los intereses de la agricultura española, gozan en general de un nivel de protección muy inferior al de los productos continentales: limitados sistemas de intervención e incompleta protección exterior en algunos casos. Pendientes de concretar aún varias de las reformas de las Organizaciones Comunes de Mercado, cabe albergar serias dudas sobre el mantenimiento del principio de preferencia comunitaria en estos casos.

La nueva PAC se caracteriza por el abandono de la protección al producto, vía precios, y su sustitución por un sistema de ayudas al productor. Lo relevante de este hecho es que la actividad asociada a las producciones que no pueden competir en un mercado libre y que necesitan del pago de las subvenciones para subsistir depende de la aprobación anual del presupuesto comunitario. El margen de inestabilidad que ello introduce en las expectativas de las explotaciones agrarias es indudable, a pesar de la vocación de permanencia que mantienen algunos autores respecto al sistema de ayudas.

Esta sensación se ve reforzada por las líneas definidas en esta nueva etapa relativas a la dilución de la política agraria clásica en una política mucho más global, dirigida al desarrollo rural integrado, donde las consideraciones medioambientales y la conservación del entorno juegan un papel cada vez más importante. En este contexto, ni la actividad agraria tradicional ni el regadío tienen por qué constituir la componente más importante del medio rural.

En definitiva, esta situación supone para España un aumento de la apertura y de la competencia dentro de los propios mercados europeos de productos agrarios. La nueva PAC promueve, desde el punto de vista del comportamiento microeconómico de las explotaciones, soluciones técnicas que permitan disminuir los

costes unitarios manteniendo, e incluso mejorando, los márgenes netos por hectárea pero sin incrementar los rendimientos.

Por su parte, los acuerdos de la Ronda de Uruguay del GATT supusieron una notable reducción de los aranceles, así como de los numerosos obstáculos no arancelarios existentes. La liberación de los intercambios recibía de esta manera un fuerte impulso, bajo la previsión de que los resultados sobre la renta

mundial no tardarían en llegar en forma de importantes incrementos.

Entre otras cuestiones suponen un fuerte cambio en el tratamiento dado a la agricultura, puesto que a partir de ahora las acciones de los Gobiernos en temas de política agraria deberán respetar una serie de compromisos regidos por leyes internacionales. En concreto, los Acuerdos de la Ronda de Uruguay del GATT afectan a España en tres aspectos fundamentalmente:

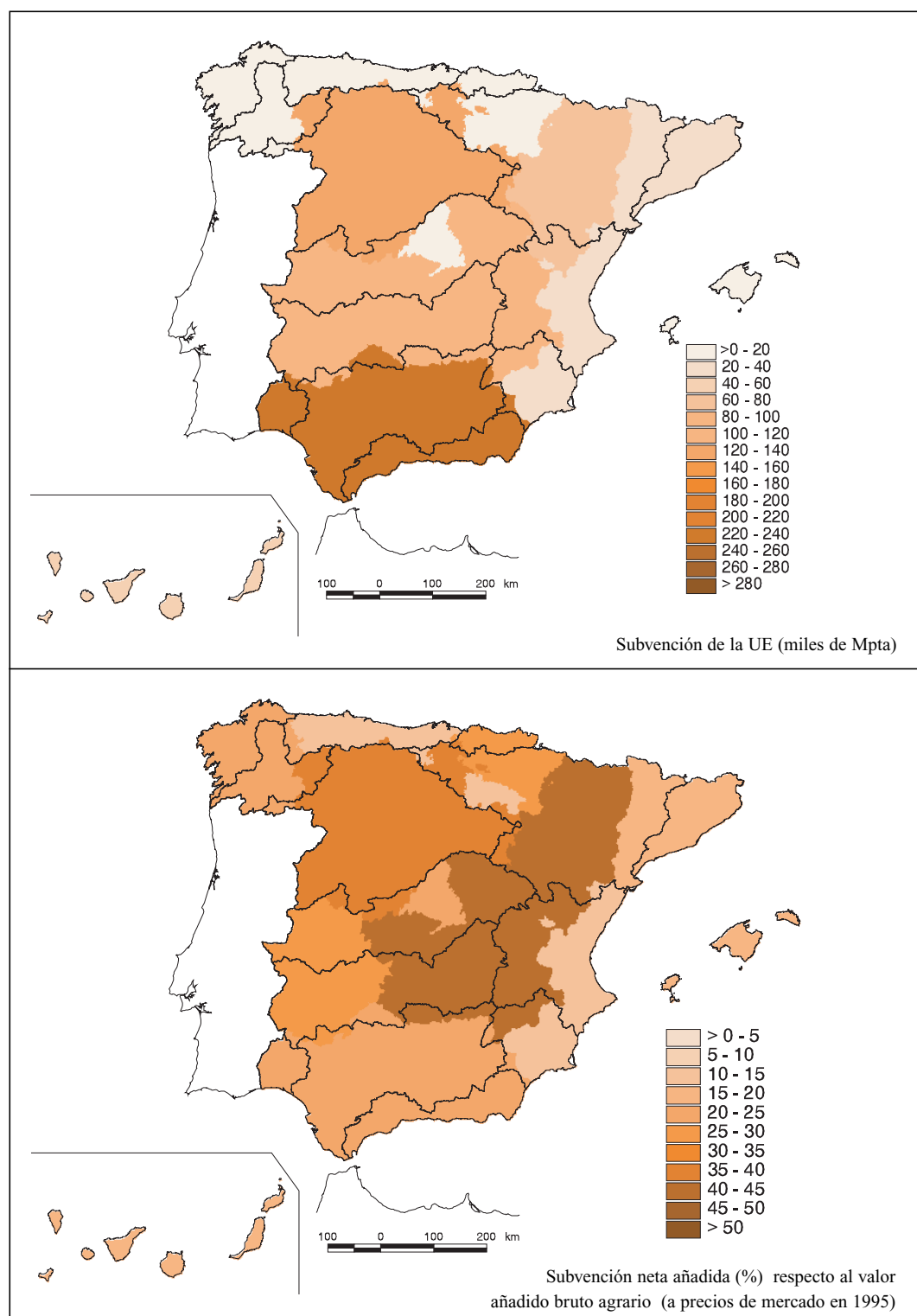


Figura 244. Mapas de subvenciones agrarias por Comunidades Autónomas

Tabla 80.
Subvenciones agrarias
por Comunidades
Autónomas

COMUNIDAD AUTÓNOMA		Subvención Agraria	
		Absoluta (miles de Mpta)	Relativa (% VABpm agrario)
1	Andalucía	237.6	20.9
2	Aragón	70.6	41.6
3	Asturias	6.3	12.6
4	Baleares	4.3	15.8
5	Canarias	41.3	18.3
6	Cantabria	2.8	13.6
7	Castilla-La Mancha	116.3	43.9
8	Castilla-León	135.9	37.3
9	Cataluña	37.7	16.4
10	Extremadura	86.5	28.5
11	Galicia	19.6	20.8
12	Madrid	7.5	23.5
13	Murcia	23.1	10.6
14	Navarra	18.9	29.2
15	La Rioja	4.9	11.3
16	Comunidad Valenciana	25.4	11.7
17	País Vasco	11.7	27.6
Global:		850.4	24.3

- Acceso al mercado comunitario. Existe un doble compromiso: la arancelización de la protección en frontera y la posterior reducción de los aranceles y equivalentes arancelarios (un 36% en el período 1995-2000, gradualmente). La cláusula de acceso mínimo compromete a España a mantener las oportunidades para importar hasta 2 millones de toneladas de maíz y 0,3 millones de toneladas de sorgo.
- Reducción del apoyo interno. La Unión Europea debe reducir la media global de ayuda en un 20%. Se excluyen como ayudas reducibles las establecidas por la reforma de la PAC (ayudas por hectárea y por cabeza de ganado).
- Reducción de las exportaciones subvencionables. La Unión Europea debe reducir las cantidades exportadas con subvenciones a países terceros en un 21% y el presupuesto comunitario dedicado a restituciones a la exportación en un 36%, entre el año 1995 y el 2000.

Las consecuencias que estos compromisos pueden arrastrar no son uniformes para todas las orientaciones productivas españolas, pero dado el marco que establecen de mayor apertura exterior y competencia en los mercados, cabe prever un descenso de los precios reales agrarios.

En relación con las cotas de competitividad que los productos españoles habrán de alcanzar en un marco futuro de mercados liberalizados debe destacarse la

dificultad añadida que supone para nuestra agricultura la actual estructura parcelaria de las explotaciones de regadío, con fincas de dimensiones difícilmente mecanizables y, por ello, sujetas a unos costes de explotación no fáciles de reducir.

En lo relativo al marco de la actual PAC, en la tabla 81 se comparan las superficies máximas, deducidas de las distintas OCM, con las normalmente cultivadas. Como superficies equivalentes se consideran las establecidas como máximas subvencionables, o bien aquellas capaces de producir la cantidad contingentada aplicable a España, según los rendimientos históricos. En el caso del aceite de oliva, frutas, hortalizas frescas, flores, frutos secos y otros cultivos no se ha hecho figurar superficie alguna por tratarse de cultivos o producciones contingentadas para todo el conjunto de los países que integran la UE. Como superficie normalmente cultivada figuran unas cifras medias que pueden ser variables de un año a otro según climatología, mercados, etc., o bien cifras aceptadas oficialmente para el regadío.

Además, existen las limitaciones en la ganadería mostradas en la tabla 82, que tienen una repercusión de gran importancia en la producción de piensos y forrajes en regadío.

El análisis de estos cuadros indica que se ha alcanzado la superficie máxima en una gran mayoría de cultivos, por lo que el aumento indiscriminado de los mis-

Producto	Superficie equivalente (ha)	Superficie normalmente cultivada (*) (ha)
Cereales, oleaginosas y proteaginosas	1.371.089	1.380.000
Arroz	104.973	90.000
Leguminosas	20.000	20.000
Lúpulo	1.200	1.200
Cáñamo y lino textil	Sin limitación	48.500
Forrajes (**)	360.000	360.000
Algodón	83.000	83.000
Tabaco	16.000	18.000
Plátano	10.000	8.000
Frutas y hortalizas transformadas	30.000	30.000
Azúcar	135.000	135.000
Aceite de oliva (total secano y regadío 2,2 Mha)	-	150.000
Frutas y hortalizas frescas	-	870.000
Flores	-	2.000
Frutos secos	-	50.000
Viñedos	Control de superficie	40.000
Cultivos varios		57.000

Tabla 81. Superficies máximas y normalmente cultivadas de los principales productos agrarios

(*) Estas superficies pueden corresponder a áreas con más de una cosecha anual.

(**) España tiene garantizada una producción de 1.224.000 t de forrajes deshidratados y 101 t de forrajes secados al sol. Producción esperada en un año normal.

mos proporcionaría una disminución progresiva de las ayudas percibidas por los agricultores actuales, e incluso el establecimiento de sanciones.

Sin embargo, el hecho de que para diversos sectores acogidos a ayudas comunitarias se hayan alcanzado, o estén próximas a alcanzarse, las superficies máximas fijadas actualmente por la normativa comunitaria no debe entenderse como un factor estricto que impida el incremento de las superficies en regadío en España.

Sin tener en cuenta otros factores, y exclusivamente desde el punto de vista de la regulación de los mercados agrarios, el cultivo en regadío es un bien en sí mismo por la estabilidad que concede a las producciones frente a otras alternativas, la mayor flexibilidad y capacidad de adaptación de las mismas ante escenarios cambiantes.

En definitiva, y de acuerdo con el marco que acaba de exponerse, pueden extraerse una serie de conclusiones básicas.

En primer lugar, el contexto exterior permite augurar *un porvenir incierto* para la agricultura española, y para el regadío en particular, dados los trascendentales cambios registrados en los últimos años en el funcio-

namiento de los mercados. Otros factores de origen interno pendientes aún de resolver por la política agraria no hacen sino reforzar este diagnóstico. Ante esta tesitura parece aconsejable, desde el punto de vista de la gestión de los recursos hídricos, adoptar a corto plazo soluciones que no hipotequen grandes recursos financieros y que permitan el margen de flexibilidad necesario para adaptarse a la nueva situación.

En segundo lugar, y en el horizonte del medio y largo plazo, sólo parecen observarse buenas perspectivas para las explotaciones que alcancen un *nivel de rentabilidad adecuado* en un entorno que se caracterizará por la creciente competitividad y la apertura de los mercados. La cuestión a resolver en este momento es en qué medida el regadío puede contribuir a conseguir este objetivo y en qué territorios.

La rentabilidad privada de las explotaciones está generalmente ligada a la cuantía en que se trasladen los costes del agua a dichas explotaciones. El traslado parcial de éstos favorece los resultados empresariales, pero tiende a disminuir la eficiencia del empleo de los recursos hídricos. Sólo una valoración conjunta de estas circunstancias, donde necesariamente deben

Producto	Limitación	Cultivos afectados
Leche	5.566.950 toneladas	Forrajes y cereales
Vacuno	1.460.167 vacas nodriza	Forrajes
Caprino y ovino	19.650.311 cabezas	Pastos y forraje
Terneros	603.674 cabezas	Piensos
Porcino, aves y huevos	-	Piensos

Tabla 82. Limitaciones en la ganadería

estar integrados los efectos medioambientales de las alternativas, puede conducir a una solución acertada.

En tercer lugar, *es poco probable una expansión de los cultivos continentales*, tanto herbáceos como industriales, debido a las limitaciones de superficies o de producciones con derecho a ayuda y al previsible escenario de precios agrarios a la baja, agravado por la liberalización de los mercados que ocasionan los acuerdos del GATT. Es posible, incluso, que excedentes de países europeos con mayor productividad sustituyan parte de la producción nacional. Por lo expuesto cabe vaticinar, dentro del margen de error que acompaña siempre cualquier pronóstico, que previsiblemente continuará la tendencia regresiva ya detectada en gran parte del regadío interior español, por su escasa rentabilidad, a pesar de los mecanismos de protección arbitrados por la nueva PAC para las producciones continentales y de la relativa abundancia de recursos hídricos disponibles en estas zonas.

Asimismo, las producciones hortofrutícolas, concentradas básicamente en el litoral mediterráneo, costa suratlántica y algunas zonas interiores, como el valle del Ebro, son las que parecen contar por el momento con un mejor pronóstico, habida cuenta de la elevada productividad y rentabilidad alcanzada en estas orientaciones productivas. Este hecho es el reflejo de las ventajas comparativas de España sobre la agricultura europea. Y ello a pesar del bajo nivel de protección que disfrutan, de la amenaza que suponen los acuerdos con países terceros, y de la fuerte restricción a que se ve sometido su desarrollo por el agotamiento de las disponibilidades de agua en estas zonas.

Esta afirmación viene sustentada por el buen comportamiento de estas producciones en la composición de la exportación agraria. En esta exportación, que ha pasado del 23% al 43% de la producción final agraria (PFA) en el periodo 1983-93, destaca el grado de concentración existente, puesto que los capítulos de frutas y hortalizas y sus preparaciones supusieron el 50% en 1993, resultado semejante al obtenido en 1986, primer año de la integración en la CEE.

Desde nuestra adhesión a la CEE, el conjunto de las exportaciones hortofrutícolas ha venido creciendo constantemente, pero a ritmo decreciente hasta el año 1991. En 1992 (primera devaluación de la peseta) vuelve a repuntar el empuje exportador y en 1993 (segunda devaluación y plena integración en la PAC), se produce de nuevo un importantísimo incremento que se consolida al año siguiente.

Es destacable la elevada concentración espacial de la exportación hortofrutícola en el área mediterránea. Las provincias de Castellón, Valencia, Alicante,

Murcia y Almería contabilizan el 78% en cantidad y el 72% en valor de esta exportación. Entre Valencia y Castellón representan más del 50% de la exportación de frutas, tanto en valor como en cantidad, debido sobre todo a los cítricos, mientras que entre Almería y Murcia acumulan aproximadamente la misma cifra en la exportación de hortalizas.

Es previsible que la exportación hortofrutícola española siga creciendo en el futuro, pero pierda ritmo a medida que los efectos expansivos derivados de la plena integración en la PAC y de las últimas devaluaciones monetarias se diluyan en el tiempo. A ello se añade la mayor competencia internacional derivada de los acuerdos del GATT de la Ronda de Uruguay y de los posibles acuerdos de libre cambio de la UE con terceros países.

Estos datos, unidos al mantenimiento en dicho periodo de la participación relativa del sector exterior agrario en el comercio exterior total (en torno al 17% para las exportaciones) y de su tasa de cobertura (en torno al 100%), si bien con oscilaciones en los últimos años, permiten concluir que se está produciendo una clara especialización productiva en la agricultura española ligada a sus ventajas comparativas, en favor de los cultivos hortofrutícolas y en detrimento de los productos de tipo continental.

En todo caso debe reconocerse que el buen pronóstico sobre las producciones hortofrutícolas no implica grandes posibilidades de expansión de la superficie de los regadíos mediterráneos, por las razones expuestas y los elevados rendimientos por hectárea que presenta. Sí cabe, por el contrario, defender la conveniencia de consolidar y garantizar los recursos hídricos en los territorios que, aún siendo deficitarios de agua, aportan los mejores resultados productivos, especialmente en los mercados exteriores.

Se configura así, finalmente, el marco futuro en el que tendrá que desarrollarse la agricultura española, en el ámbito de una Política Agraria Comunitaria sobre la que la Organización Mundial de Comercio ejercerá inevitables presiones para alcanzar la liberalización de las producciones agrarias. De aquí que nuestra agricultura de regadío deberá orientarse, fundamentalmente, hacia su competitividad en los futuros mercados, tanto en precios como en calidades, lo que aconseja que la asignación de los recursos hídricos y financieros del país se destine, en principio y preferentemente, a la garantía de suministro, consolidación y mejora de los regadíos existentes y, en su caso, a la creación de aquellos otros cuya finalidad social, económica y ambiental esté claramente reconocida.

3.3.5.5.2. Suministro de agua

En algunos de los regadíos existentes se producen problemas en el suministro de agua, de manera que no siempre disponen de la cantidad necesaria y suficiente para satisfacer la demanda de los cultivos implantados en la zona.

Estas situaciones pueden deberse a una escasa *garantía* del suministro, a su falta de *adecuación* a las necesidades reales de riego, a problemas de *equidad* en su distribución, o a una baja *eficiencia* del riego.

Los problemas de garantía, originados por la repetidamente mencionada irregularidad en la presentación de las aportaciones, se han manifestado de forma especialmente contundente en los últimos años. A pesar de la infraestructura de regulación existente, la larga duración de algunas secuencias de años secos produce, con cierta frecuencia, fallos en el suministro de agua para riego. Estos fallos han tenido, en los primeros años de esta década, un importante efecto en los regadíos españoles, con una apreciable reducción de las dotaciones, e incluso con imposibilidad de riego en importantes áreas.

Además de los problemas de garantía, en ocasiones se produce una falta de adecuación en la entrega de las cantidades requeridas. Esto puede ser debido a una incorrecta estimación de las necesidades de riego, con la consiguiente insuficiencia del suministro en los momentos de máxima necesidad de las plantas. En otras ocasiones, por razones de mercado se introducen nuevos cultivos con unas necesidades hídricas superiores a las de las alternativas previstas en el proyecto, por lo que también en estas situaciones el suministro puede ser insuficiente. En otros casos, la reducción de los horarios laborales en el campo, con la consiguiente reducción en el tiempo de funcionamiento, da lugar a que las redes, si se han diseñado para un suministro continuo de 24 horas al día, sean incapaces de transportar los caudales necesarios para suministrar las cantidades requeridas.

También pueden presentarse problemas de equidad en el reparto del agua a lo largo de la red. La tendencia natural de los regantes de cabecera de aprovecharse de su situación para tomar más agua de la que les corresponde, incumpliendo los turnos de entrega programados o mediante manipulaciones indebidas en las acequias, puede tener como consecuencia que en los tramos inferiores del sistema no se disponga del agua necesaria.

Otro de los problemas relacionados con el suministro se refiere a la eficiencia del riego, estrechamente vinculada con la conservación de recursos hídricos. En el caso del regadío, la eficiencia no solo se refiere al proceso de conducción y distribución del agua, en el que

pueden producirse pérdidas importantes por filtración y vertidos, sino al propio proceso de su aplicación a los cultivos, en el que un exceso de agua, además de las pérdidas consiguientes, puede originar problemas de salinización (Krinner et al., 1994).

Las pérdidas en conducción y distribución dependen, en gran medida, del estado y características de las infraestructuras. De los más de 100.000 km de acequias de que consta actualmente la red de distribución, una buena parte son cauces de tierra (sin revestir). Aproximadamente el 30% de la red tiene más de 100 años de antigüedad y una gran parte del resto cuenta con más de 20 años. Una parte importante de la red fue construida en una época de carestía y escasez de buenos materiales de construcción, lo que ha propiciado la actual situación de deterioro, a pesar de la atención dedicada a su conservación y mantenimiento. Este deterioro, junto con el envejecimiento de las redes, es una de las causas de las pérdidas de agua en los canales y acequias, que se traducen en menores volúmenes disponibles para los cultivos, si bien esos recursos pueden ser, generalmente, utilizados aguas abajo. Todo ello pone de relieve las necesidades de rehabilitación y modernización de las redes en determinadas zonas del regadío español, lo que debe considerarse un objetivo básico y prioritario de la política de regadíos en nuestro país.

En cuanto a la aplicación del agua sólo un 41% de los regadíos existentes, fundamentalmente los que emplean aguas subterráneas, utilizan métodos modernos de aplicación a presión, como el riego por aspersión y el microrriego localizado.

El método de riego tradicionalmente más extendido (el 59% de la superficie ocupada) es el de gravedad, denominado *riego a pie*, con distribución por turnos. Se trata de regadíos normalmente alimentados por una red de canales y acequias a cielo abierto diseñados para atender la demanda de los cultivos en sus momentos de máxima necesidad y suponiendo un funcionamiento continuo durante 24 horas al día. Como ya se ha mencionado, la reducción de los horarios laborales en el campo ha hecho que tales redes de distribución resulten insuficientes para transportar los caudales precisos durante el día. Si se carece de estructuras de seccionamiento adecuadas o de balsas de regulación intermedias pueden producirse importantes pérdidas en cola de los canales durante la noche con la consiguiente merma de eficiencia de la red.

El riego a pie puede generar excesiva percolación, facilitando el lixiviado de contaminantes y el lavado de sales y nutrientes. En algunas áreas y cultivos sin problema de suministro, o con sistemas adecuados de drenaje y reutilización aguas abajo, puede resultar un

método apropiado pero, en general, el manejo inadecuado y la insuficiente sistematización de tierras dan lugar a excesos de consumo.

La necesidad de conseguir presión en la boquilla en el riego por aspersión y el hecho de constituir un método de riego asociado a riegos con aguas subterráneas o a elevaciones desde canales o cauces naturales que requieren presión, hace que la eficiencia global del sistema sea alta salvo deterioros de la red.

El riego localizado es un método de implantación reciente, asociado a la escasez de recursos. Su gran adaptación al desarrollo y marco de cultivos, permite una dosificación del agua muy ajustada. Los problemas del riego localizado están relacionados con la salinización de los suelos.

A los problemas mencionados hay que añadir los que se derivan de la excesiva explotación de algunos acuíferos, lo que ha dado lugar a que ciertas zonas regables sean insostenibles con sus propios recursos. En relación con esta cuestión debe resaltarse el importante papel que han de desempeñar las comunidades de usuarios de una misma unidad hidrogeológica o de un mismo acuífero, y la conveniencia de establecer Planes de Explotación en este tipo de situaciones.

3.3.5.5.3. Afecciones ambientales

La necesidad de lograr producciones agrarias a precios asequibles a los consumidores directos ha orientado la agricultura a un régimen de explotación intensivo que tiende a emplear, en cuantías cada vez mayores, fertilizantes y productos fitosanitarios, tal y como se vio anteriormente, al analizar la evolución histórica de los regadíos.

El mal uso de productos químicos, unido a prácticas agrícolas inadecuadas y a la aportación, en ocasiones, de excesiva agua para riego, constituye un peligro de contaminación, no solo de los cauces superficiales que recogen las escorrentías, sino de los acuíferos a los que, disueltos en las aguas de percolación, pueden llegar en forma difusa compuestos nocivos de difícil eliminación, como los nitratos.

Como se vio al estudiar la situación de los recursos hídricos, una fracción apreciable del total de aguas bombeadas procede de acuíferos sobreexplotados, y, en consecuencia, no podrá mantenerse por tiempo indefinido. La superficie total atendida con estas aguas es una fracción significativa del total regado con aguas subterráneas, y se sitúa en las zonas con sobreexplotación, que allí fueron apuntadas.

La práctica del regadío, como se ha visto, no es inocua desde el punto de vista ambiental, aunque no todos sus

efectos son negativos, y se dan también potencialidades ambientales positivas como son:

- La producción intensiva en las zonas de regadío permitiría liberar espacios actualmente dedicados a la agricultura que podrían destinarse a objetivos ambientalmente deseables: reforestación, dehesas extensivas.
- Balance energético favorable por unidad producida en el regadío, lo que tiene alto interés dada la actual situación en lo que a acumulación de CO₂ se refiere.
- Potenciación del medio natural en ciertas áreas mesetarias de gran sequía estival. El regadío en esas áreas es fuente de vida para especies cinegéticas.
- La posibilidad de recrear, gracias a la disponibilidad hidráulica, humedales, charcas, bosquecillos y en definitiva, elementos de interés biológico y paisajístico vinculados al regadío. Ejemplos de ello pueden ser el Canal de Castilla o el embalse de San José, auténticas joyas biológicas de la meseta esteparia.

El balance entre efectos negativos y positivos no puede formularse de forma global, y requiere de la consideración específica de cada caso concreto.

3.3.5.5.4. Otros problemas planteados

Además de los problemas señalados existen otros, de diversa naturaleza, de menor importancia global o más localizados, como pueden ser las deficiencias en las redes de drenaje y caminos, los problemas de salinización de algunos terrenos, o los relacionados con los sistemas productivos o de comercialización.

Una cuestión de interés es la planteada por la desfavorable evolución demográfica del país, y su posible impacto sobre la agricultura de regadío.

Algunos recientes estudios (Martín Mendiluce [1996a], pp.5-16) han mostrado en efecto una influencia significativa de este factor poblacional, que podría constituirse en uno de los condicionantes más limitativos para el desarrollo de nuevos regadíos, y han sugerido por este motivo cifras máximas totales de crecimiento del orden de las 250-300.000 has para los próximos 20 años.

La única actuación para paliar estos efectos sería la adopción de políticas de inmigración que hagan factible tanto los posibles crecimientos de superficie como, incluso, la conservación y mejora de las superficies ya transformadas.

3.3.5.6. Usos ganaderos

Como ya se indicó, la demanda de agua de la ganadería tiene una importancia cuantitativamente muy

pequeña frente al total agrario. Según el último Censo ganadero, y de acuerdo con los cálculos realizados a partir de cifras comúnmente aceptadas de consumos brutos por cabeza y por tipo de ganado (bovino, ovino, caprino, porcino, equino, aviar y cunicular), dicha demanda puede cifrarse, para toda España, en unos 350 hm³/año. En la tabla 83 se indica su distribución estimada por Comunidades Autónomas.

La utilización, en la mayoría de los casos, de manantiales y de otras fuentes dispersas de abastecimiento, es la principal causa de problemas en épocas de sequía, si bien, en los últimos años se ha comenzado a establecer una red de puntos de abastecimiento de agua para el ganado, que deberá desarrollarse y completarse.

En relación con las afecciones ambientales procedentes de los usos ganaderos, la instalación incontrolada de explotaciones intensivas de ganado en estabulación, en zonas forrajeras o en lugares estratégicos de nuestra geografía, puede ser otra fuente importante de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, debido a la alta concentración de purines y estiércol en puntos concretos.

3.3.5.7. El Plan Nacional de Regadíos

3.3.5.7.1. Antecedentes

En un intento por racionalizar el desarrollo de los regadíos en España, y disponer de un marco global de referencia sobre esta fundamental cuestión, el Pleno del Congreso de los Diputados, en su sesión de 22 de marzo de 1994, acordó instar al Gobierno para que

remita al Congreso de los Diputados, junto con el Plan Hidrológico Nacional, un Plan Agrario de Regadíos donde se contemple con precisión la superficie de nuevos regadíos, la superficie de regadío actual a mejorar, el consumo y ahorro de agua, los cultivos a establecer en concordancia con la reforma de la PAC y el acuerdo del GATT, los correspondientes estudios de rentabilidad y las posibles alternativas a los mismos, así como las zonas a transformar en regadío por razones sociales.

Tras un periodo de estudio y análisis, y en cumplimiento de este mandato, el Gobierno aprobó con fecha 6 de febrero de 1996 un Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2005, actualmente vigente, y que está siendo sometido a revisión por el MAPA.

Es evidente que, tal y como se indicó, cualquier moderna política de regadíos requiere, muy destacadamente, la consideración de la política agrícola comunitaria, vinculante para todos los países de Unión Europea. Esta política, unida a la presión liberalizadora de la Organización Mundial de Comercio, fuerzan al Plan Nacional de Regadíos (PNR) a tener presente en sus programas de actuaciones los nuevos marcos definidos por estas políticas, sin que ello deba suponer, en ningún caso, el olvido del valor estratégico de nuestra agricultura para, en cualquier momento, poder asegurar un nivel mínimo de autoabastecimiento, garantizar la industria agrotransformadora asociada, y mantener un mundo rural que es la base de todo ello.

El Plan debe considerar, fundamentalmente, la competitividad de nuestros regadíos, teniendo en cuenta

Comunidad Autónoma	Demanda ganadera (hm ³ /año)
Andalucía	39
Aragón	28
Asturias	16
Baleares	2
Canarias	1
Cantabria	12
Castilla y León	64
Castilla-La Mancha	19
Cataluña	50
Extremadura	27
Galicia	38
Madrid	2
Murcia	8
Navarra	7
Rioja, La	3
Comunidad Valenciana	8
País Vasco	8
Otros varios, 3%	10
Total	342

Tabla 83. Demanda ganadera por Comunidades Autónomas

las posibilidades que ofrecen la disminución (abandono) de superficies equivalentes de secano o de regadíos marginales, de manera que las producciones (o superficies) nacionales sean acordes con los cupos impuestos por la UE, o puedan colocarse en los mercados internacionales teniendo, a su vez, presente la oportunidad de crear zonas regables por interés social, ordenación del territorio, desarrollo rural, etc.

3.3.5.7.2. Objetivos del PNR

Como es obvio, el objetivo básico del PNR es el de dar cumplimiento a los puntos establecidos en el citado acuerdo del Congreso por el que se insta a su realización. Además, el PNR se propone mejorar el nivel de vida del agricultor, mantener la población en el medio rural, consolidar el sistema agroalimentario, mejorar el medio ambiente, evitar la desertización, racionalizar y optimizar el consumo de agua para los regadíos y aportar a la planificación hidrológica la información y criterios que procedan desde el punto de vista específico y sectorial de la agricultura.

3.3.5.7.3. Caracterización de los regadíos existentes

De los estudios de caracterización y tipificación de los regadíos existentes elaborados por el MAPA para el PNR, se deduce que la superficie perimetral cartografiada (básicamente equivalente a las envoltentes brutas de los Planes Hidrológicos) es de 4,7 Mha; la superficie regable total en España, entendiéndola por ella la que, por estar dotada de alguna infraestructura de riego, ha sido regada alguna vez, es de unos 3,76 Mha, y la superficie realmente regada en una campaña normal (que sería la neta o significativa a los efectos de la planificación hidrológica) es, como término medio, de unas 3,34 Mha.

Contrastando estas cifras con las obtenidas en los Planes Hidrológicos de cuenca aprobados, se observa que la diferencia global existente es muy reducida (3,340 Mha frente a 3,437 Mha, es decir, del orden de un 3% de discrepancia), lo que confirma la validez y buen acuerdo general de las estimaciones realizadas. En algunas cuencas se observan, sin embargo, diferencias apreciables, que pueden deberse a disparidades metodológicas, distintos periodos de evaluación, o criterios diferentes en cuanto a la consideración o no como regadíos de algunas superficies.

Desde el punto de vista de las demandas, los resultados obtenidos son también muy coincidentes (24.094 hm³/año según los PHC, frente a 23.552 hm³/año según los estudios del PNR).

Similares concordancias se obtienen con las dotaciones unitarias (7.010 m³/ha/año en los PHC frente a 7.042 en los estudios del PNR).

Las figuras 245 y 246 resumen los resultados comparativos a la escala de los ámbitos de planificación.

La inspección de estas figuras permite apreciar, sin perjuicio de algunas singularidades puntuales, el buen acuerdo general de ambas determinaciones, con cifras perfectamente encajadas dentro del orden de magnitud de los errores e incertidumbres inherentes a este tipo de trabajos.

Incluso en muchos de los casos de mayor divergencia, tales diferencias podrían resultar irrelevantes desde el punto de vista de los análisis y determinaciones de la planificación hidrológica. No obstante, si se estimase que no es así en algún caso concreto, los procedimientos reglamentarios vigentes prevén tal situación y permiten resolverla.

En efecto, una vez aprobados los Planes Hidrológicos de cuenca, y en consecuencia iniciado automáticamente su proceso de seguimiento y revisión, este proceso reglado es el mecanismo técnico-administrativo adecuado y competente para, como sucede con todos los otros aspectos sectoriales concurrentes en la gestión del agua, realizar el seguimiento y análisis de los datos de que se vaya sucesivamente disponiendo, y proceder, en su caso, a la revisión y actualización de la información en el seno de los órganos de planificación hidrológica.

En los casos de Galicia Costa y Baleares, ambos intracomunitarios y que son de los de mayores diferencias en términos relativos, procedería, en su caso, analizar y unificar la información con la Administración Autonómica competente, dado que aún no se han aprobado sus correspondientes Planes Hidrológicos y, en consecuencia, no cabe acudir al mecanismo de revisión.

3.3.5.7.4. Programas de actuación

El Plan Nacional de Regadíos contempla una serie de programas de actuación que tienen por objeto principal dar cumplimiento al mencionado acuerdo del Pleno del Congreso de los Diputados de fecha 22 de Marzo de 1994. En consecuencia, se están desarrollando tal y como seguidamente se describe.

3.3.5.7.4.1. Superficie de nuevos regadíos

Se consideran en este apartado los regadíos en ejecución, es decir, aquellos con inversiones de cierta importancia, ya realizadas y pendientes de su terminación, y las nuevas superficies en regadío, que comprenden las zonas a transformar por razones de interés social y por iniciativa privada.

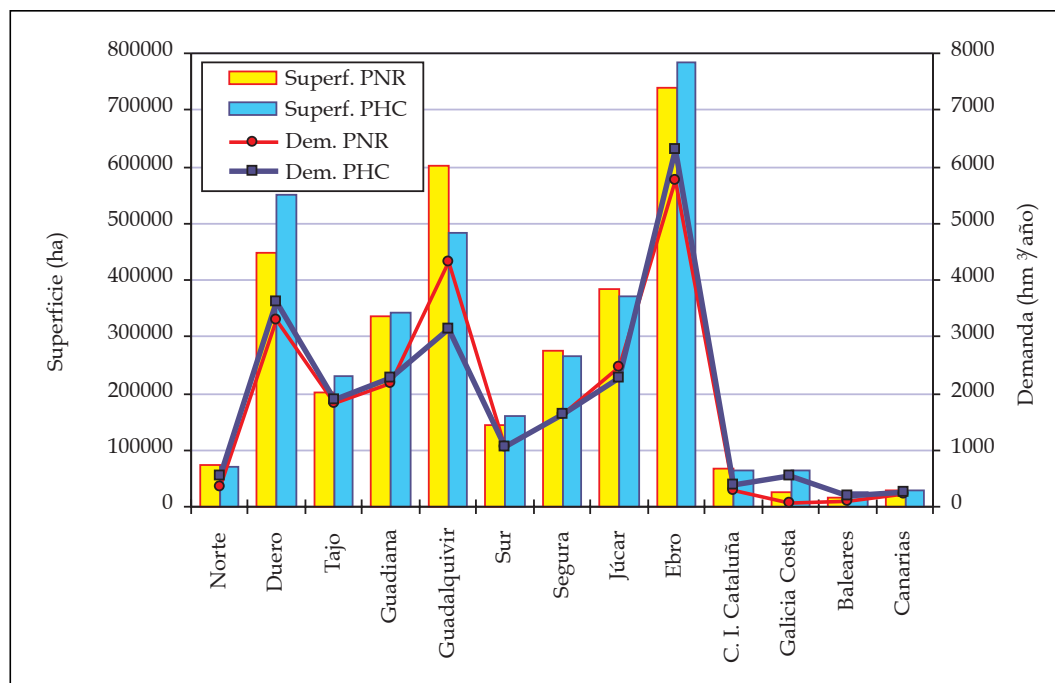


Figura 245. Superficies y demandas de riego según los PHC y los estudios de tipificación del PNR, por ámbitos de planificación

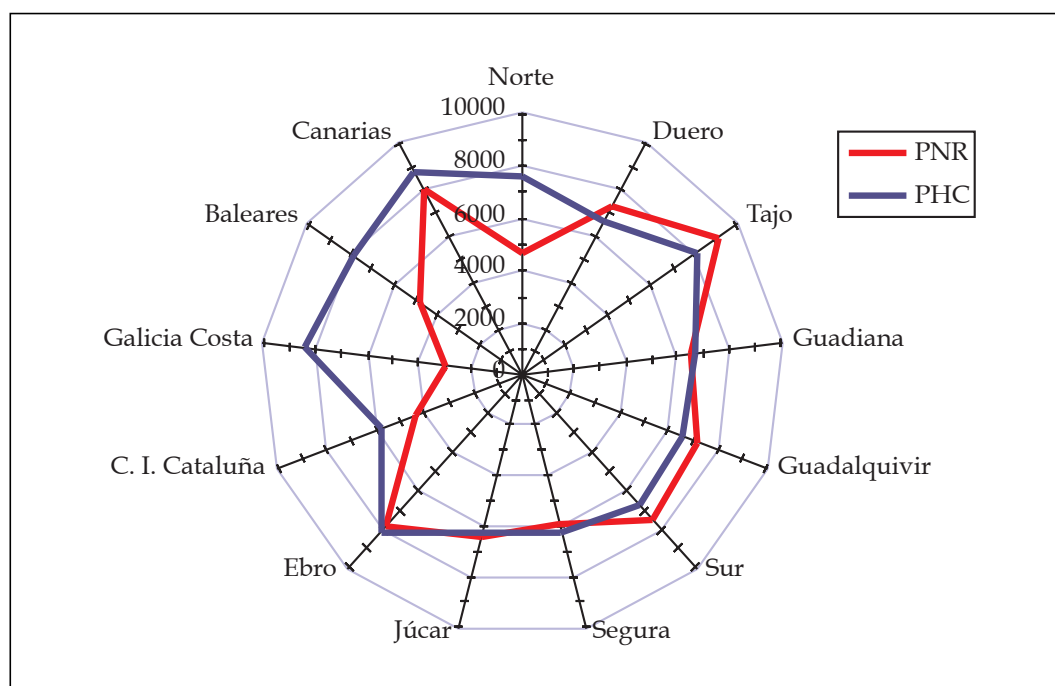


Figura 246. Dotaciones medias de riego (m³/ha/año)

• Regadíos en ejecución (terminación)

Comprenden aquellas zonas en transformación en las que ya se han realizado inversiones públicas de cierta importancia en obras (no en estudios), con independencia de su situación administrativa y de que la iniciativa sea de las Comunidades Autónomas o de la Administración General del Estado.

• Zonas a transformar en regadío por razones sociales

Un aspecto importante del Plan es la determinación de aquellas zonas cuya transformación en riego tiene un

interés claramente social al mantener, o elevar, las rentas de determinados sectores rurales de manera que se asegure la permanencia de sus poblaciones en su entorno tradicional.

Se ha previsto transformar por este concepto un total de 106.835 ha al horizonte 2008.

• Regadíos de iniciativa privada

El PNR determina que los regadíos de iniciativa privada que se adecuen a sus previsiones podrán acceder a la subvención que se establece para las actuaciones en consolidación y mejora de regadíos.

Se ha considerado que el ritmo de transformación de estas superficies puede ser de unas 4.000 ha/año (lo que supone un total de 40.000 ha al horizonte 2008), de las que se estima que 3.000 podrán acogerse a los beneficios y ayudas establecidos.

• Otras zonas estudiadas

El PNR ha efectuado una recopilación exhaustiva de todas las áreas de regadío de iniciativa privada o pública que en el transcurso de los últimos años han sido consideradas como potencialmente regables tanto por las Comunidades Autónomas como por el MAPA, ya estén contempladas o no en los planes hidrológicos de cuenca. La superficie total de estas zonas asciende, aproximadamente, a 1 millón de hectáreas.

En cada una de estas zonas se han efectuado los estudios de viabilidad técnica y socioeconómica para su transformación en riego.

La inclusión de un área de regadío como regadío potencial no presupone su transformación en riego. El desarrollo de estos regadíos estará principalmente condicionado por su rentabilidad económica, disponibilidad de recursos hidráulicos y financieros, demanda de los mercados, repercusiones ambientales y, en especial, por su interés social.

3.3.5.7.4.2. Superficie de regadío actual a mejorar

Además de las nuevas transformaciones comentadas, el PNR prevé incidir sobre superficies de regadíos ya existentes pero que requieren actuaciones de mejora. Dentro de este capítulo se deben considerar tanto los regadíos existentes infradotados, como aquellos otros que precisan obras de modernización y mejora debido a que sus infraestructuras, bien por envejecimiento de las instalaciones, bien por su anticuado diseño, son incompatibles con la implantación de técnicas modernas capaces de mejorar sus condiciones de competitividad, y dificultan el manejo racional de los recursos hídricos.

• Regadíos infradotados y su consolidación

Según los estudios desarrollados por el MAPA de caracterización y tipificación de los regadíos existentes en España, hay alrededor de 1.129.320 ha infradotadas de agua.

Las causas de este problema son las ya enumeradas: pérdidas en la red de conducciones, sistemas de riego anticuados, agotamiento de recursos, sobreexplotación de acuíferos, usos abusivos de los regantes de cabecera, etc.

La redotación de estos regadíos o, lo que es lo mismo, su consolidación para el restablecimiento de su potencial productivo, deberá ser uno de los programas del

PNR, que debe ser tratado en lugar destacado dentro de sus actuaciones.

• Modernización y mejora de regadíos existentes

Como se ha apuntado anteriormente, una gran parte de los regadíos existentes se hallan dotados de unas infraestructuras de riego, de drenaje, de comunicación y de comercialización totalmente obsoletas, las cuales, por haber sido ejecutadas hace muchos años y, aún a pesar de los trabajos para mantenerlas en un estado aceptable de conservación y uso, responden a una tecnología muy anticuada y de imposible adaptación a las necesidades del desarrollo de una agricultura moderna y competitiva.

El mal estado, también por envejecimiento, de la red de riego de muchas zonas, es causa de pérdidas de importantes volúmenes de agua, lo que, al reducir los caudales que llegan a la parcela, hace más incómoda y costosa su aplicación y merma la rentabilidad de las explotaciones.

Las disponibilidades de agua en las diferentes cuencas hidrográficas es muy variable, y la rentabilidad del regadío, en cada una de ellas, depende de los productos agrícolas que se obtengan, según los diversos climas y suelos. Esto sugiere que la rentabilidad de las inversiones encaminadas al ahorro de agua variará notablemente entre cuencas y zonas de éstas.

Los estudios de caracterización y tipificación del PNR estiman que la superficie afectada por estos problemas asciende, aproximadamente, a 1.500.000 ha.

Dos aspectos importantes han de tenerse en cuenta en cuanto a la modernización de los regadíos españoles, por lo que suponen en cuanto a costes añadidos para nuestra agricultura, en términos comparativos con las de otros países de nuestro entorno.

En primer lugar, la reestructuración de la propiedad mediante las correspondientes acciones de concentración parcelaria, siempre que éstas sean precisas, con el fin de alcanzar superficies en las que, a pesar de su nueva dimensión -que por lo general seguirá siendo insuficiente-, sea posible la aplicación de algunas técnicas modernas de riego, una cierta mecanización de los equipos, etc.

En segundo lugar, la peculiar orografía española, caracterizada por la escasez de llanuras y el predominio de terrenos movidos, e incluso montañosos, que físicamente impiden la conformación de parcelas de dimensiones susceptibles de la adecuada mecanización, tanto en riegos, como en laboreo o en cualquier otra tarea de cultivo.

En este apartado deben, pues, distinguirse dos tipos de actuaciones que, aunque diferentes, no son indepen-

dientes entre sí, y que se orientarían a mejorar la competitividad de las explotaciones agrarias para elevar su rentabilidad y, con ello, el nivel de vida de los agricultores, y a lograr una aplicación más racional del agua y, de este modo, ahorrar en los consumos y liberar volúmenes para emplearlos en aumentar la garantía de las nuevas transformaciones, o en otros usos.

Las actividades a desarrollar en este programa de mejora y modernización de los regadíos afectarían, principalmente, a las infraestructuras de carácter hidráulico (racionalización de las redes de transporte y de distribución, modificación o mejora de los sistemas de riego y de la red de drenaje), infraestructuras de comunicaciones (redes de caminos), estructuras agrícolas (concentración parcelaria), sistemas productivos y de comercialización (alternativas de cultivo, consolidación de los productos, fomento del cooperativismo, estímulo al desarrollo de los sistemas de comercialización y acondicionamiento de los productos, industrias agroalimentarias).

Este tipo de actuaciones encaminadas, fundamentalmente, a mejorar la competitividad de los regadíos actuales, constituye el objetivo prioritario del PNR, dada la creciente tendencia de los mercados hacia su liberalización y apertura en el ámbito del comercio mundial.

3.3.5.7.4.3. Consumo y ahorro de agua

Como se desprende de cuanto se acaba de exponer, el estudio del consumo de agua y las medidas para lograr su ahorro -modernización de las infraestructuras y mejor utilización del recurso- están implícitos en los estudios realizados en relación con la mejora y modernización de los regadíos existentes.

Por lo que respecta a los nuevos regadíos, este tipo de actuaciones se contemplan desde el momento mismo en que se proyectan, mediante la adopción de una tecnología moderna y adecuada, y de medidas para el correcto uso del agua en los estatutos de las nuevas Comunidades de Regantes.

Y todo ello sin perjuicio de otras medidas para incentivar el ahorro, o disuadir del despilfarro, contempladas en la vigente Ley de Aguas y en el Anteproyecto de su modificación.

3.3.5.7.4.4. Cultivos a establecer en concordancia con la reforma de la PAC y el acuerdo del GATT

España, como miembro de la Unión Europea, está plenamente vinculada a la Política Agrícola Comunitaria, cuyos principios básicos se han expuesto anteriormente. Esta PAC, con sus ventajas y limita-

ciones, supone, quizás, el condicionante más fuerte para el desarrollo de las producciones agrícolas de los países miembros de la UE, estando, además, sometida a las presiones liberalizadoras de la Organización Mundial de Comercio.

El PNR, como documento que ha de contemplar la evolución y tendencias, no sólo de la PAC, sino también de la OMC, dedica una parte fundamental al análisis de la situación de los mercados, tanto nacionales como europeos e internacionales a fin de poder perfilar las actuaciones más convenientes para la agricultura española.

Como se ha señalado anteriormente, una vez alcanzados los límites de las producciones subvencionadas se puede correr el riesgo de incurrir en penalizaciones -que repercutirían en los propios agricultores- por el rebasamiento de aquellos límites. Por ejemplo, las superficies dedicadas a cultivos herbáceos (cereales, oleaginosas y proteaginosas), que alcanzan el porcentaje más alto, un 40%, de la superficie total regada, se fijan en la reforma de la PAC de 1992 tomando como referencia la superficie cultivada en 1989, 1990 y 1991, y hoy, una vez alcanzada, existe una fuerte presión para ampliarla con el citado riesgo.

3.3.5.7.4.5. Estudios de rentabilidad y posibles alternativas

El PNR carecería de valor práctico si omitiese un capítulo tan importante como éste. La orientación de la agricultura española de regadío deberá dirigirse hacia factores que sean capaces de lograr producciones más competitivas (en precios o en calidad), de manera que puedan alcanzar cotas estables de mercado frente a otros países en un contexto comercial cada vez más internacionalizado.

En este sentido, los estudios de rentabilidad del PNR son un soporte básico para la comparación de las distintas alternativas consideradas, facilitando la selección de las actuaciones más interesantes, así como la distinción entre regadíos competitivos y estables de aquellos otros previstos de difícil continuidad.

3.3.5.7.4.6. Zonas a transformar en regadío por razones sociales

Como ya se apuntó, un aspecto importante del Plan es la determinación de aquellas zonas cuya transformación en riego tiene un interés claramente social al mantener, o elevar, las rentas de determinados sectores rurales de manera que se asegure la permanencia de sus poblaciones en su entorno tradicional.

Se trata de analizar, entre otras, aquellas situaciones en las que, generalmente por descenso de la rentabilidad de los cultivos de secano, los pueblos vinculados a un determinado entorno se encuentran empujados a emigrar a las urbes en busca de unos medios de vida que les permita llevar una existencia digna. En tales casos, la realización de pequeñas transformaciones, no superiores a 2.500 ha, podría ser motivo suficiente para impedir el éxodo y mantener a tales familias en el campo y, con ello, evitar el posible deterioro medioambiental que su abandono produciría, así como la afluencia demográfica masiva hacia los núcleos urbanos, frecuentemente incapaces de dar oportunamente soluciones, siempre costosas, a estas emigraciones.

3.3.5.7.5. Formación de los regantes y divulgación de las técnicas de regadío

Considerando el gran esfuerzo económico que supondrán para el país las actuaciones del PNR, resulta obligado tratar de obtener los máximos rendimientos de las inversiones que se realicen mediante el mejor uso y manejo de las instalaciones, equipos y técnicas de cultivo y de aplicación del agua, lo que, a su vez, influirá favorablemente en las condiciones de vida del agricultor.

Esto lleva a la necesidad de formar adecuadamente a los regantes mediante el establecimiento, por una parte, de cursos de capacitación profesional y, por otra, de agencias o servicios de asesoría e información periódica sobre los parámetros de riego, complemento éste indispensable si se desea alcanzar en el campo el nivel técnico preciso para lograr la competitividad que, en último término, será la que determine el éxito o el fracaso de nuestra agricultura de regadío. Tales cursos de formación y capacitación profesional de los regantes (muchos de ellos, ya a un nivel muy alto) deberían complementarse con la colaboración de los Organismos existentes, tanto de la Administración Central como de la Autonómica, con líneas de permanente divulgación entre los agricultores de las tecnologías más adecuadas en materia de regadíos, para obtener la eficacia deseable de las actuaciones contempladas en el PNR.

En cuanto a los servicios de asesoría al regante, existen en España muy interesantes antecedentes en los antiguos servicios agronómicos de las Confederaciones Hidrográficas, y, en fechas más recientes, de los establecidos por algunas Comunidades Autónomas. El funcionamiento de estos servicios puede servir de modelo para la implantación de una red, a escala nacional, de centros que faciliten a los usuarios información, en tiempo real, orientada a mejorar la aplicación del agua y a optimizar su aprovechamiento.

3.3.6. Usos energéticos

3.3.6.1. Introducción. Evolución histórica

La importancia de la hidroelectricidad dentro del sector energético y, en particular, dentro del sector eléctrico, así como su aportación a la economía nacional, y algunos de los aspectos territoriales más relevantes de la producción hidroeléctrica, ya fueron tratados en el apartado dedicado al marco socioeconómico y territorial. Por tal motivo, el presente epígrafe está orientado a complementar la caracterización de los aspectos más sobresalientes relacionados con este uso del agua.

La primera característica de la utilización del agua para fines hidroeléctricos que cabe destacar es su condición de *no consuntiva*, aunque esta consideración deba ser matizada por un doble motivo. En primer lugar, hay que señalar que, si bien el uso hidroeléctrico no consume agua en sentido estricto, puesto que no evapora cantidad alguna, devolviendo a la red hidrográfica todo el agua que utiliza, ni degrada su calidad, lo cierto es que ocupa en exclusiva un tramo del curso fluvial y en algunos casos deslocaliza el recurso natural a fin de aprovechar con mayor ventaja los desniveles topográficos. En todo caso, implica una afección ambiental de intensidad variable y, en el sentido expuesto, un cierto *consumo* de los activos que configuran el valor ambiental del dominio público hidráulico.

En segundo lugar, conviene dejar constancia de que, aunque en general este tipo de uso es compatible con el resto de las demandas de agua, en ocasiones impone restricciones a la explotación de los recursos hídricos disponibles para otros usos (puede impedirlos totalmente cuando se trate de aprovechamientos a la misma cota) e incide sobre el funcionamiento de los sistemas de explotación, afectando a sus balances, pérdidas, garantías, etc. Por todo ello, lleva consigo un coste de oportunidad de cuantía no despreciable.

La demanda de agua para producción de energía eléctrica se caracteriza, además, por ser una función derivada de la demanda de un bien (la electricidad) cuya producción se realiza simultáneamente en unidades de generación que aprovechan distintas fuentes de energía y, finalmente, se ofrece al consumidor como un producto único, tras ser conducida por las mismas redes de transporte y distribución, independientemente de su origen.

En este punto interesa incidir sobre las funciones que realiza la hidroelectricidad dentro del sistema de producción de energía, puesto que, dada la condición de no almacenable que tiene la energía eléctrica, ciertas características de la hidroelectricidad hacen que se mantenga como un componente básico en dicho sistema de producción, a pesar de la progresiva pérdida de

participación en el total. Por contra, cabe señalar la fuerte sensibilidad de la producción ante las condiciones pluviométricas, lo que le ocasiona una enorme variabilidad de unos años a otros y hace que no sea adecuada para garantizar, por sí sola, demandas importantes, sino para servir de elemento de garantía y estabilidad de servicio. Brevemente, las funciones que desarrolla la energía hidroeléctrica pueden resumirse en las siguientes:

- Proporcionar una gran flexibilidad en la generación, lo que da una alta capacidad de respuesta al sistema para atender una demanda que se caracteriza por sufrir fuertes variaciones en cortos intervalos de tiempo. La energía hidroeléctrica permite que esa adaptación se produzca en las debidas condiciones de calidad (estabilidad de tensión y frecuencia) y a bajos costes de operación.
- Servir como elemento de alerta y reserva para, en el caso de fallo en algún grupo térmico, conectarse a la red a su potencia máxima, desde un valor muy reducido que, de forma permanente, está activado. Esta función y la anterior son esenciales para un servicio cuya garantía de continuidad es básica en las sociedades contemporáneas.
- Posibilitar el aprovechamiento de la energía excedente de los grupos térmicos en las horas valle, mediante el bombeo de agua de los embalses inferiores a los superiores, de modo que esa energía, en vez de perderse, pueda utilizarse en las horas punta.
- Posibilitar una cierta capacidad de defensa ante avenidas por resguardos y gestión de las presas hidroeléctricas.
- Constituir una fuente de energía limpia, toda vez que en su generación no se producen residuos. Esta característica supondrá en el futuro una ventaja cada vez mayor si, como es previsible, la emisión de gases causantes del efecto invernadero continúa siendo un problema creciente. También es renovable, lo que constituye sin duda otra ventaja frente a las fuentes que implican el agotamiento de los recursos no renovables.

La utilización del agua como recurso energético jugó un papel esencial en el proceso de industrialización del siglo XIX, aunque desde mucho antes la energía hidráulica se venía empleando tradicionalmente en norias, aceñas y molinos, aprovechamiento que se realizaba en el mismo borde del río para unos usos muy limitados.

La aparición de la electricidad a nivel industrial trajo consigo la construcción de las primeras centrales hidroeléctricas en los últimos años del siglo pasado. El emplazamiento de las centrales hidroeléctricas construidas entonces estuvo condicionado por la existencia

de un salto de agua próximo a un centro de consumo, debido a las limitaciones técnicas para el transporte a distancia de la electricidad. En otros casos fue la pequeña industria la que se aproximó al aprovechamiento hidroeléctrico. En algunos lugares, como Cataluña, estas circunstancias constituyeron hechos decisivos en su configuración territorial y socioeconómica (Maluquer de Motes [1990]; Vilar [1990]).

Con la aparición de la corriente alterna, a principios de siglo, se abrió la posibilidad de transportar la electricidad a grandes distancias, comenzando a construirse centros de producción de mayores potencias.

En 1901, ya existía una potencia hidroeléctrica instalada en España de 37.000 kW y una potencia termoelectrica de 57.000 kW.

La producción de energía eléctrica pasó de 240 GWh en 1905 a 2.609 GWh en 1930 y 3.617 GWh en 1940. Desde comienzos de siglo hasta el año 1922 el consumo creció a un ritmo del 8% anual. En el periodo 1922-29 este crecimiento pasó a ser del 10% y descendió al 5% en el periodo 1930-36.

En los años cuarenta hubo un rápido crecimiento del consumo, partiendo de una situación inicial en la que gran parte del equipo de generación estaba dañado por los efectos de la Guerra Civil y el resto de los países industrializados estaban en guerra. Esta situación se agravó debido a la sequía de los años 1944 y 1945.

El desarrollo hidroeléctrico inició su verdadero despegue en los años cincuenta, alcanzando su máximo ritmo de crecimiento en la década de los sesenta, disminuyendo seguida y progresivamente, más por el régimen económico aplicado a la producción hidroeléctrica que por dificultades en el desarrollo de estos recursos energéticos.

Entre los años 1950 y 1970 se desarrolló una gran parte del actual equipo hidroeléctrico español, ya que se instalaron unos 9.000 MW, esto es, casi el 55% del actual parque hidroeléctrico.

Desde 1971 a la actualidad se ha llevado a cabo la construcción de las centrales de bombeo puro, así como las grandes centrales de bombeo mixto, en coordinación con el desarrollo del equipo térmico, y diversas ampliaciones de centrales existentes.

La función de la hidroelectricidad en la satisfacción de la demanda eléctrica ha variado sustancialmente a lo largo del tiempo. En un principio, cuando las centrales hidroeléctricas funcionaban en una red no interconectada, abastecían a poblaciones aisladas debiendo entregar la potencia según se demandaba y era frecuente parar las máquinas fuera de las horas en las que se utilizaba el alumbrado. Entonces la potencia insta-

lada era suficiente para cubrir la demanda esperada y los caudales fluyentes bastaban para que las máquinas diesen la máxima potencia.

Al crecer la demanda hubo que incrementar la potencia instalada en las centrales hidroeléctricas que abastecían mercados locales, debiendo almacenarse el agua en embalses pequeños formados por azudes de derivación. De esta forma se concentraba el agua para su utilización en las horas de mayor consumo.

Debido a la irregularidad estacional de los caudales en la mayor parte de nuestros ríos, con los caudales garantizados en estiaje sólo se podría aprovechar una pequeña parte de los recursos hidroenergéticos, por lo que para utilizar caudales mayores y garantizar el suministro, era necesario instalar grupos térmicos que funcionasen en épocas de estiaje, supliendo la falta de energía hidroeléctrica, y construir embalses reguladores que suministrasen el caudal suficiente para garantizar la potencia instalada en la época de mayor demanda. Esto supuso en muchas ocasiones un enorme esfuerzo económico, técnico y humano (Chapa [1999]; Martín Gaite [1983]).

La falta de centrales hidroeléctricas locales capaces de satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica, la necesidad de incrementar la seguridad del suministro y la economía de escala, determinaron que, sucesivamente, los mercados locales se fueran conectando a la red eléctrica nacional, abastecida hasta hace unos veinte años preferentemente por energía hidroeléctrica, y después completada por la producción de centrales térmicas en las épocas hidrológicamente desfavorables.

Cuando predominaba la producción hidroeléctrica, sus centrales debían seguir la curva de carga demandada, alcanzándose en las centrales con regulación utilidades del orden de 5.000 horas/año. En las centrales hidroeléctricas fluyentes y, en épocas de aguas altas, también en las reguladas por embalses, se disponía de considerables excedentes de energía fuera de las horas de mayor demanda, por lo que se fomentó la utilización de energía eléctrica en industrias que pudieran funcionar intermitentemente.

Como consecuencia de los avances tecnológicos en las centrales térmicas, de la economía de escala conseguida al instalar grandes grupos, de la aplicación de la energía nuclear al suministro de energía eléctrica y de haberse utilizado ya los emplazamientos hidroeléctricos más favorables, fue incrementándose la participación de la energía térmica en el abastecimiento de energía eléctrica hasta predominar sobre la producción hidroeléctrica.

En esta fase, las centrales hidroeléctricas asociadas a embalses cuya explotación no estaba condicionada por

otros usos, se sobreequiparon en potencia, con objeto de concentrar su producción en las horas de mayor demanda, permitiendo a las centrales térmicas funcionar con la mayor continuidad y utilización posible. Se instalaron también centrales reversibles que pudieran acumular agua mediante bombeo utilizando excedentes de energía que no puede colocarse directamente en el mercado en horas de poca demanda, concentrando la producción de energía con el agua acumulada en las horas en que es mayor la demanda de potencia.

La evolución descrita se muestra en los gráficos de las figuras 247 y 248, en los que se presentan los datos de UNESA (1998a) sobre evolución de potencias instaladas en España a 31 de diciembre de cada año y de producciones anuales de energía eléctrica, según su origen hidráulico, térmico convencional o nuclear.

Asimismo, la figura 249 -datos de UNESA (1998a)- muestra la evolución del consumo neto total de energía eléctrica en España -lógicamente similar a la evolución de la producción-, y de los intercambios internacionales (con Francia, Portugal y Andorra) producidos. Como puede verse, estos intercambios comienzan a producirse con cierta intensidad a mediados de los 60 y con un balance negativo (se entregaba más de lo que se recibía). Actualmente el balance es alternante, con saldos de unos 3000 GWh al año.

También deben mencionarse las actuaciones en el campo de las centrales hidroeléctricas menores de 5 MW, comúnmente denominadas *minicentrales*. Estas centrales, que en muchos casos se habían abandonado por su escasa o nula rentabilidad en los años anteriores a la crisis energética, fueron modernizadas y dotadas de automatismo y telemando, de forma que en muchos casos pueden competir con otras energías alternativas.

Al amparo de la Ley de Conservación de la Energía de 1981 se definió un Plan de Minicentrales, fruto del cual ha sido la incorporación al parque hidroeléctrico de numerosas pequeñas instalaciones. La potencia instalada en este tipo de minicentrales en 1994 alcanzaba casi los 900 MW. En algunos casos se ha tratado de nuevas centrales, si bien la mayor parte de esta potencia se debe, como se ha dicho, a la recuperación de viejos aprovechamientos que estaban fuera de servicio.

Por otra parte, dicha Ley y su posterior desarrollo, así como los diversos planes de energías renovables, las acciones de diversos Organismos públicos, y los precios recibidos por los autoprodutores por la energía suministrada al sistema Eléctrico Nacional, hicieron atractiva la inversión en pequeñas centrales para sociedades industriales y particulares, lo que supuso un aumento significativo en el parque de generación eléctrica mediante pequeñas centrales hidroeléctricas.

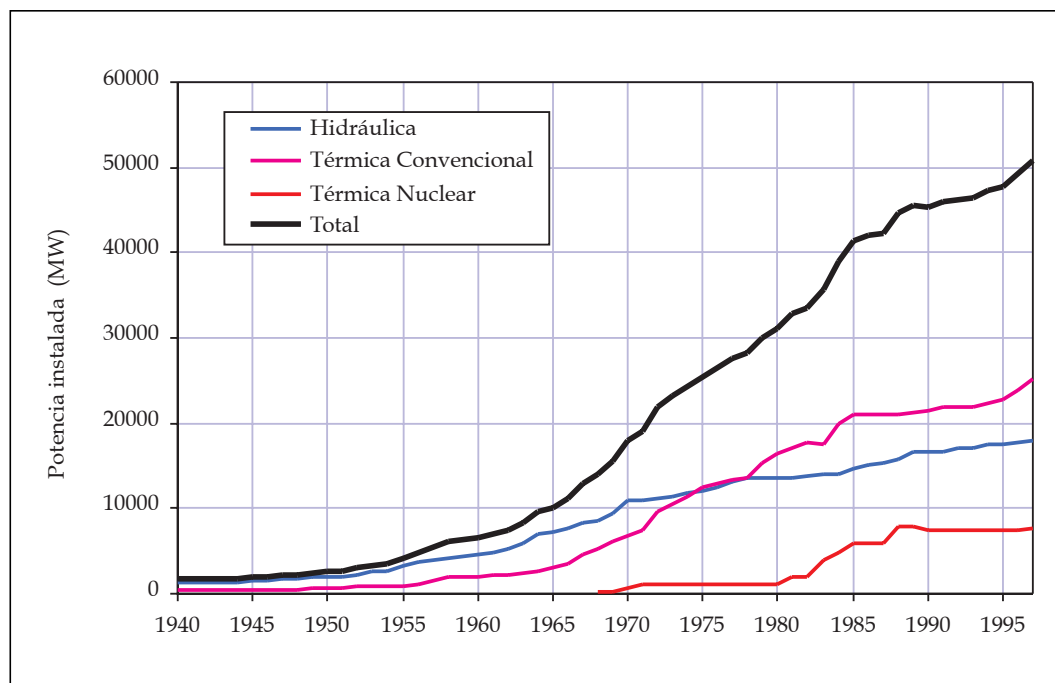
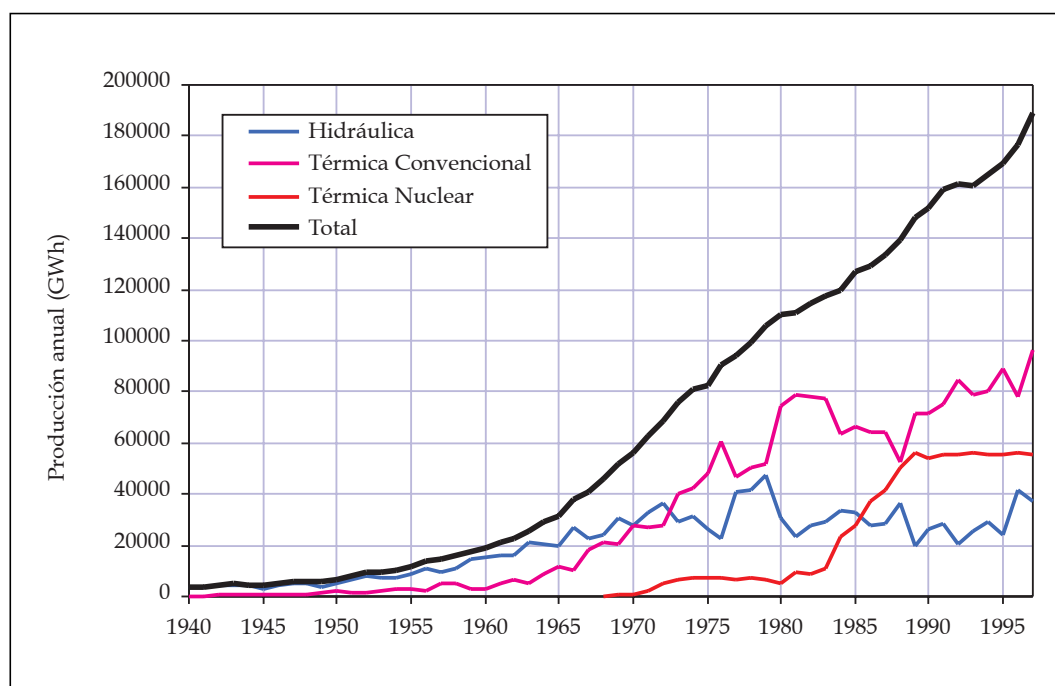


Figura 247. Evolución desde 1940 de la potencia instalada



Fgra 248. Evolución desde 1940 de la producción de energía eléctrica

3.3.6.2. Aprovechamientos hidroeléctricos

La demanda de agua para uso hidroeléctrico viene determinada por factores de diversa índole. Por un lado, razones físicas relacionadas con la escasez de ríos todavía no explotados, de caudales suficientes o de lugares idóneos para poder aprovechar nuevos saltos. Todo ello supone una limitación en el crecimiento a largo plazo de este tipo de demanda. Por otro lado, razones de tipo empresarial. En efecto, las empresas poseen centrales de generación de diversos tipos (hidráulicas y otras), circunstancia que hace que la demanda de agua para uso hidroeléctrico venga condi-

cionada también por los costes relativos de producción en el seno de las mismas (la estructura de costes se caracteriza por tener unos costes variables prácticamente nulos, con lo cual los costes unitarios disminuyen fuertemente cuando aumenta la producción. Actualmente sus costes de generación oscilan entre el 90% del coste medio de todas las fuentes de energía en años secos y el 60% en años húmedos). Por último, no hay que olvidar la política de la Administración, en un sector que ha estado tradicionalmente muy regulado, si bien actualmente sometido a un proceso de liberalización.

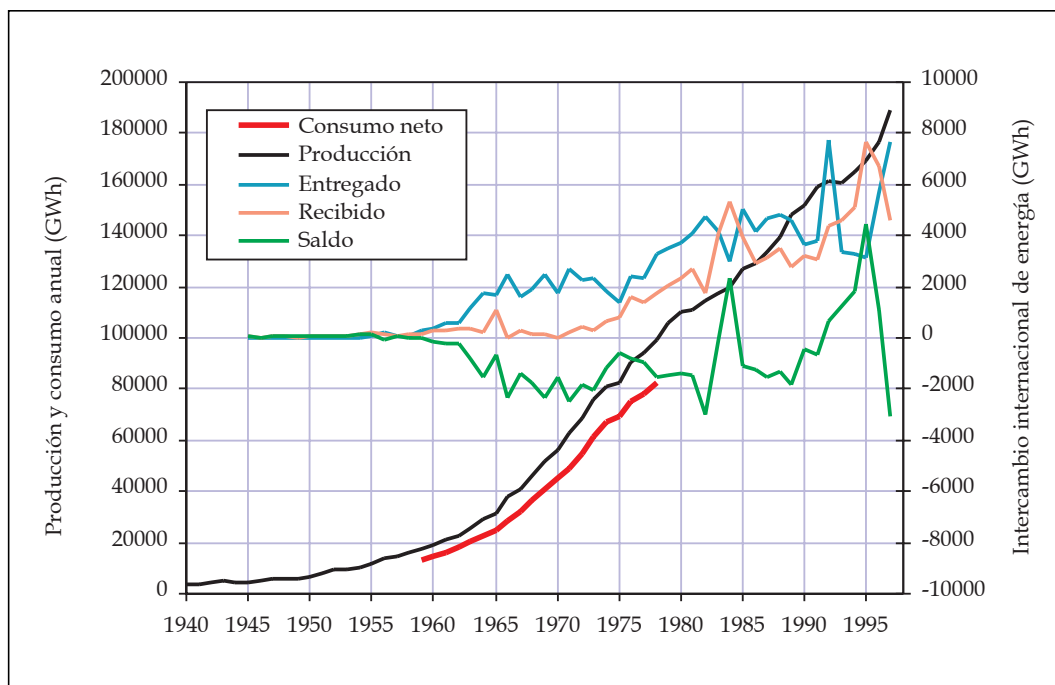


Figura 249. Evolución de producción, consumo e intercambios internacionales de energía eléctrica

Se trata, en todo caso, de un uso cuantitativamente muy importante, dado que se estima que el volumen turbinado en un año medio está en torno a los 16.000 hm³. En cuanto a la capacidad de embalse requerido para este aprovechamiento, puede decirse que ronda los 20.000 hm³. Ambas cifras, comparadas con el total de agua utilizada en usos consuntivos o con el volumen total de embalses, muestran la importancia de esta demanda. Actualmente la potencia instalada se aproxima a los 17.000 MW, observándose en estos momentos un crecimiento muy amortiguado, tras la gran expansión que el sector hidroeléctrico experimentó en el tercer cuarto del siglo. La producción, en cambio, ha sufrido un ligero retroceso en valores medios debido, por una parte, a la larga sequía padecida durante los últimos años y, por otra, al consumo creciente de agua para otros usos, particularmente regadío, que ha ido mermando las aportaciones hidráulicas utilizables para la producción de energía eléctrica. En el año 1996, que fue un año húmedo, la producción superó los 40.000 GWh, siendo la energía media anual producida del orden de 30.000 GWh, en tanto que, en un año seco como 1995, no llegó a 25.000 GWh.

Como puede apreciarse en los gráficos de la figura 250, la producción hidroeléctrica española se caracteriza por una alta concentración territorial, consecuencia de las circunstancias hidrográficas, orográficas y topográficas de nuestro país. Así, las cuencas del Norte, Duero y Ebro suman por sí solas casi el 80% de la producción total y con el Tajo alcanzan el 90%. Por otro lado, el sector está también bastante concentrado en el plano empresarial: la producción hidroeléctrica

de las cinco mayores empresas españolas cubre entre el 80% y el 90% de la producción total.

El caso de la generación de electricidad es un ejemplo de cómo los efectos beneficiosos derivados de la construcción de ciertas infraestructuras pueden mostrarse en regiones muy alejadas de aquéllas donde se ubican las mismas y que sufren los inconvenientes de su implantación. Desde este punto de vista, puede decirse que las restricciones territoriales que, en general, operan para los diversos usos del agua, no surten efecto en el caso de los aprovechamientos hidroeléctricos, donde es normal la transferencia del producto energético, aunque el agua permanezca en la propia cuenca.

Las limitaciones físicas a que se ha hecho referencia anteriormente y los costes crecientes de las posibles nuevas infraestructuras son razones objetivas para suponer que en los próximos años habrá un crecimiento modesto, en términos relativos, en la potencia instalada. El Plan Energético Nacional (PEN) de 1991 preveía hasta el año 2000 un aumento de 900 MW en centrales hidroeléctricas medianas y grandes y de 800 MW en minicentrales (esto representaba el 20% del crecimiento total estimado). Otras estimaciones más optimistas consideran que podría incrementarse la potencia instalada incluso hasta en 7.000 MW en 20 años, si el Estado fomentase con medidas legales y económicas este tipo de energía.

Estimaciones de este tipo se hacían también en el citado PEN de 1991 para la producción de energía eléctrica en centrales de fuel, de carbón, de gas, de ciclo combinado, y producción de origen nuclear. Ello obedecía a las políticas concretas que en dicho Plan se planteaban como criterios a seguir en materia de ges-

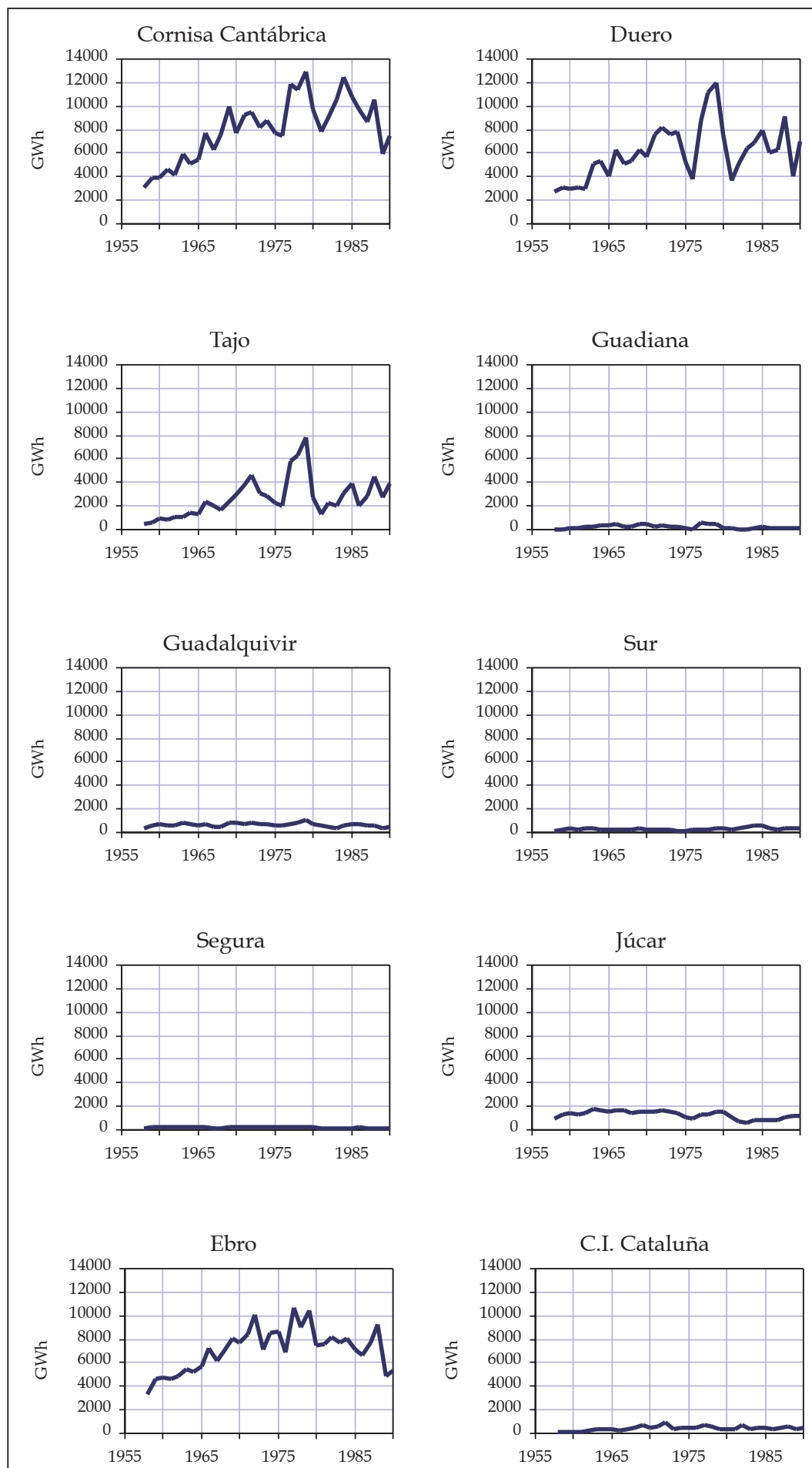


Figura 250. Evolución de la producción de energía eléctrica de origen hidráulico en las diferentes cuencas

Fuente: Estadística sobre embalses y producción de energía hidroeléctrica. MOP-DGOH (varios años)

tión de los citados combustibles. Conviene precisar al respecto que el PEN sólo tenía carácter orientativo, sirviendo para poner de manifiesto ante las compañías de producción de energía eléctrica las previsiones del Estado.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que la política eléctrica actual está en la línea de reducir la intervención del Estado en el sector, considerando que la generación de energía eléctrica debe organizar su funcionamiento bajo el principio de libre competencia, por lo que el Estado reconoce el derecho de los particulares a la libre instalación de centrales para la generación de energía, limitándose a favorecer, a través de la legislación, la consecución de los objetivos de garantizar el suministro con la debida calidad y al menor coste posible y proteger el medio ambiente.

En esta situación la evolución del sector hidroeléctrico y, por tanto, su demanda de agua, dependerá fundamentalmente de sus ventajas comparativas frente a otras fuentes de energía, aunque evidentemente sean necesarias garantías de estabilidad en las concesiones de agua para que las empresas se interesen por la construcción de nuevas instalaciones. Subsiste, finalmente, la defensa del medio ambiente como el principal argumento para que el Estado pueda fomentar determinadas actuaciones hidroeléctricas.

3.3.6.3. Producción térmica

Además de los aprovechamientos hidroeléctricos, el agua se utiliza con fines energéticos para la refrigeración de centrales térmicas, cuya demanda, sobre todo

si se efectúa en circuito abierto, es muy poco consuntiva, pues devuelve en torno al 95% del agua empleada a corta distancia del punto de captación. Este tipo de uso, sin embargo, puede condicionar en gran medida la explotación de los sistemas, puesto que exigen la disponibilidad de grandes volúmenes de agua regulados y garantizados.

La distribución por ámbitos territoriales de planificación de las demandas de refrigeración recogidas en los Planes Hidrológicos de cuenca es la que se muestra en la tabla 84.

Las principales demandas para refrigeración en circuito abierto son las centrales nucleares de Ascó (2.270 hm³/año) y Santa María de Garoña (766 hm³/año) en el río Ebro, y Almaraz (583 hm³/año) en el Tajo, así como la térmica de Aceca (544 hm³/año) también en el Tajo.

La refrigeración de las centrales eléctricas en circuito abierto conlleva elevaciones de temperatura que en muchos casos son incompatibles con otros usos aguas abajo o con las exigencias de la fauna fluvial. Como se comentó al hablar de contaminación térmica, el incremento de la temperatura media en la sección fluvial está limitado a 3°C por el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (en usos piscícolas existen límites más exigentes) por lo que, considerando la potencia que se suele instalar en las nuevas centrales, el circuito abierto queda limitado a ríos de gran superficie de cuenca y caudal de estiaje elevado, salvo que sea factible la parada estacional de la central. La refrigeración en circuito cerrado, si bien permite instalar las centrales junto a ríos menos caudalosos, conlleva, para las potencias instaladas en las actuales centrales, consu-

	Ámbito	Demanda de refrigeración (hm ³ /año)
	Norte I	33
	Norte II	40
	Norte III	0
	Duero	33
	Tajo	1.397
	Guadiana I	5
	Guadiana II	0
	Guadalquivir	0
	Sur	0
	Segura	0
	Júcar	35
	Ebro	3.340
	Cuencas Internas de Cataluña	8
	Galicia Costa	24
	Total península	4.915
	Baleares	0
	Canarias	0
	Total España	4.915

Tabla 84. Demanda para refrigeración de centrales eléctricas por ámbitos de planificación

mos de agua no despreciables, que pueden alterar sensiblemente el balance global del sistema en cuestión.

Por otra parte, y desde el punto de vista estrictamente económico, es probable que este sea uno de los usos con mayor rentabilidad por m³ consumido.

Finalmente, y en el contexto de los usos térmicos del agua, cabe mencionar los recursos de la energía geotérmica, actualmente de empleo muy limitado, pero con interesantes posibilidades de desarrollo en algunas zonas del país. La surgencia de aguas subterráneas a altas temperaturas puede permitir utilizaciones turísticas mediante la instalación de balnearios, la calefacción de invernaderos, y el propio uso final del agua en los procesos productivos.

3.3.7. Acuicultura

La acuicultura se refiere a las diversas formas de cría o engorde, más o menos intensivo, de peces, crustáceos o moluscos en agua dulce, salobre o de mar. Pueden distinguirse varias categorías, dependiendo del criterio usado para su clasificación. Según el tipo de agua utilizado se diferencian la *maricultura* o acuicultura en agua de mar y la *piscicultura* o acuicultura continental en agua dulce o salobre.

España es un país de grandes recursos acuícolas debido a sus 5.000 km de costa, y a la riqueza y extensión de su red hidrográfica y de sus embalses. En los ríos españoles se cría la trucha con fines de repoblación desde finales del siglo pasado, aunque las primeras factorías de engorde no aparecen hasta 1960. Unos años antes, en 1940, se habían iniciado las primeras experiencias de engorde de mejillón en las Rías Bajas gallegas.

La acuicultura continental constituye en España una actividad firmemente establecida, con producción y resultados estables en los últimos años. La especie principal de cría y engorde son los salmónidos (trucha), ciprínidos (carpa) y crustáceos (cangrejo de río). Es mayoritaria la trucha arco iris (*salmo gairdneri*) debido a su rápido crecimiento y a su grado de domesticación, con una producción anual para consumo humano de 20.000 toneladas. El resto de la producción se divide entre cangrejo y otras especies, como la trucha común, tenca, etc. La figura 251 muestra la evolución de la producción de trucha arco iris desde 1980.

La producción para el consumo humano representa aproximadamente el 80% de la producción total de trucha; el resto se dedica a repoblaciones.

Los modelos de piscifactoría suelen ser de estanques de hormigón con disposición en espina de pez o de tipo *race-way*, de introducción más reciente. Este último, con depósitos escalonados, ha permitido mejorar la mecanización permitiendo, a su vez, un uso más eficiente del caudal de agua circulante. En ambos modelos es obligatoria la existencia de una balsa de decantación en la que se recogen los excrementos y sustancias nocivas que producen los animales acuáticos.

La demanda de agua para la acuicultura es poco significativa en cuanto al volumen que requiere. En toda la cuenca del Segura, por ejemplo, la acuicultura supone un volumen anual que no alcanza los 20 hm³. La piscifactoría más importante para producción de truchas se encuentra en la cuenca del Ebro, en el río Segre, aguas abajo del embalse de Oliana. En esta cuenca existen unas 80 instalaciones inventariadas, de las que

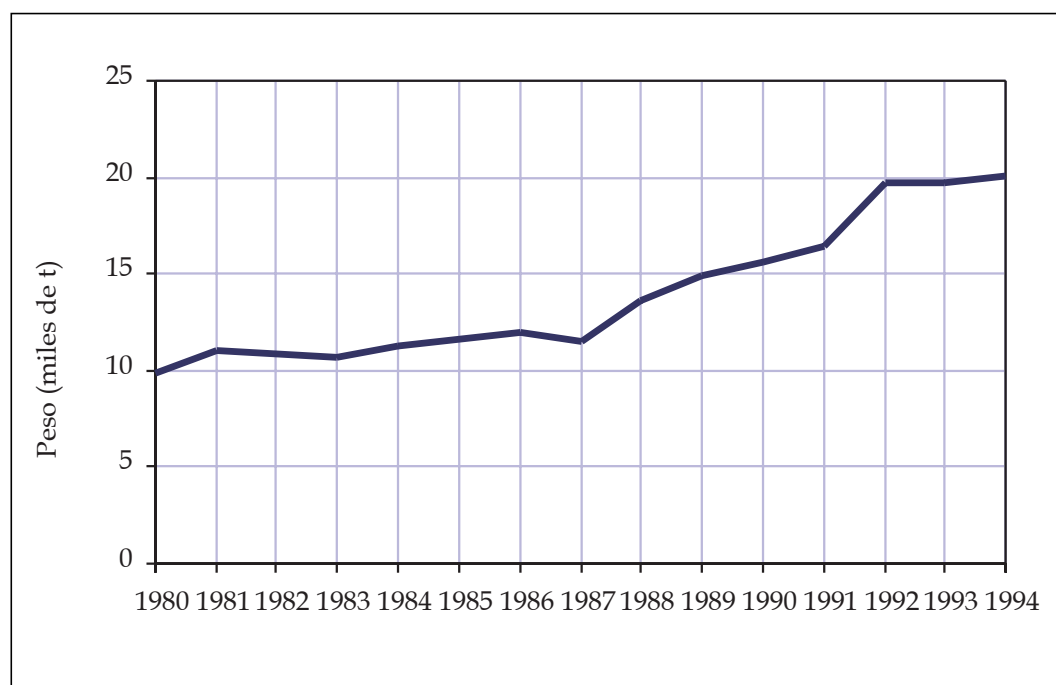


Figura 251. Evolución de la producción de trucha arco iris destinada al consumo humano

están operativas 51 de acuicultura continental y 11 de acuicultura marina.

Sin embargo, las condiciones de calidad y temperatura que requieren las instalaciones de acuicultura continental son bastante exigentes, lo que puede suponer un condicionamiento para los usos situados aguas arriba.

Los retornos son muy elevados, pues se trata de un uso muy poco consuntivo, volviendo a los cauces la práctica totalidad de los volúmenes derivados. Pero la acumulación de residuos orgánicos y la limpieza de los estanques y balsas de decantación puede transmitir al río cargas tróficas de cierta importancia, lo que exige la corrección de los vertidos.

3.3.8. Usos recreativos

Bajo el concepto de uso recreativo del agua se engloban aprovechamientos del dominio hidráulico muy variados, que tienen en común el objetivo de satisfacer los requerimientos de ocio y esparcimiento de la sociedad. El interés de estos usos está aumentando significativamente en las últimas décadas, su desarrollo plantea nuevos problemas y oportunidades, y su estudio está siendo objeto de creciente atención (v., p.e., Bru Ronda y Santafé Martínez, 1995).

Desde el punto de vista de la utilización de recursos hídricos podrían distinguirse tres grandes categorías.

En primer lugar, los usos recreativos que implican derivar agua del medio natural. Incluyen, por ejemplo, el riego de campos de deportes (golf, fútbol, etc.), las piscinas y parques acuáticos, los complejos deportivos, la innivación artificial en las estaciones de esquí, los abrevaderos de caza, las instalaciones de deportes acuáticos o las zonas de recreo que cuentan con superficies de agua artificiales. Suponen, en general, un consumo de agua moderado, registrándose los mayores índices de consumo en los riegos de instalaciones deportivas. En ocasiones, estos usos recreativos son difíciles de separar del uso urbano, debido a que frecuentemente el suministro se efectúa a través de la red urbana. Por su parte, el riego de los campos de golf suele considerarse, a menudo, incluido en la demanda de regadío.

En segundo lugar se encuentran todas aquellas actividades de ocio que usan el agua en embalses, ríos y parajes naturales de un modo no consuntivo. Incluyen una gran variedad de deportes acuáticos en aguas tranquilas (vela, *windsurf*, remo, barcos de motor, esquí acuático, etc.) o bravas (piragüismo, *rafting*, etc.), el baño y la pesca deportiva. Suelen requerir el mantenimiento de ciertos niveles de agua en los embalses y caudales en los ríos, lo que puede llegar a representar

un condicionante para la gestión de los sistemas de explotación, con la consiguiente repercusión en los recursos disponibles para otros usos. En algunos casos, pueden producirse ciertos consumos de agua como consecuencia de la mayor evaporación resultante del mantenimiento de determinados niveles de agua en los embalses.

En tercer lugar se hallan todas aquellas actividades de ocio que están relacionadas con el agua de un modo indirecto, utilizándola como centro de atracción o punto de referencia para actividades afines, lo que suele conocerse como uso *escénico*. En este grupo se incluyen, por ejemplo, las acampadas, las excursiones, la ornitología, la caza, el senderismo y todo tipo de actividades turísticas o recreativas que se efectúan cerca de superficies y cursos de agua. Frecuentemente están relacionados con los usos recreativos no consuntivos, como, por ejemplo, los deportes acuáticos o el baño. Pueden suponer condicionantes para la gestión de los sistemas de explotación similares a los usos no consuntivos al requerir determinados niveles de embalse o caudales mínimos en los ríos, además de los necesarios, en su caso, para la recuperación y protección de los parajes naturales. Pueden representar ciertos consumos de agua en los puntos de abastecimiento de lugares de acampadas y excursiones.

Los usos recreativos en ríos pueden condicionar la gestión de los sistemas de explotación de un modo parecido a los caudales ambientales, pues en ambos casos se procura mantener un caudal mínimo en el cauce. Se diferencian, sobre todo, en su finalidad, que en un caso es la conservación del medio ambiente y en otro el recreo de los ciudadanos, lo que puede dar lugar a un régimen de prioridades diferente. No obstante, los dos conceptos se aproximan si la base del recreo son los ríos y los parajes naturales ecológicamente intactos.

La correcta evaluación de la demanda asociada a los usos recreativos es complicada, debido a la diversidad de actividades que comprende y a la consiguiente dificultad para la obtención de datos sobre la participación de los ciudadanos en estas actividades, sin que exista, en general, una afiliación de los aficionados a asociaciones de carácter recreativo. Por tanto, en muchos casos las actividades relacionadas con el disfrute de la naturaleza y los deportes al aire libre no suelen reflejarse en las estadísticas oficiales.

Además, no existe una relación fácilmente cuantificable entre las actividades realizadas y la cantidad de agua que requieren. Parece evidente que el creciente número de ciudadanos que quieren aprovechar los embalses y ríos para baño y recreo acabará demandando una mayor consideración de sus intereses. Sin

embargo, la repercusión cuantitativa de estas presiones sobre los recursos hídricos requiere ser evaluada de forma particular en cada caso concreto.

Existen actualmente en España muy pocos casos en los que la gestión de los sistemas de explotación esté siendo condicionada por los usos recreativos. Uno de ellos se halla en el río Noguera-Pallaresa, donde los desembalses para la producción hidroeléctrica se efectúan de modo coordinado con la demanda de los deportes acuáticos (*rafting*). Actualmente se efectúan en este río unos 70.000 descensos-persona anualmente, con el consiguiente efecto económico para el turismo en esta zona.

Otros casos de desembalses con fines lúdicos que cabe citar en este contexto son, por ejemplo, las competiciones de piraguas que se celebran en la zona de Miranda de Ebro, que requieren de 10 a 20 m³/s durante un día; el descenso del río Aragón desde Yesa hasta Sangüesa, coincidente con las fiestas de la villa de Sangüesa (15 m³/s durante 4 horas); la bajada del Jalón con motivo de las fiestas de Ateca, así como una serie de competiciones y “fiestas del agua” en los ríos Piqueras y Albercos (5 m³/s durante 6 horas), ambos afluentes del río Iregua, o como la “bajada de Alguazas”.

Conviene remarcar que las cantidades de agua destinadas a estas actividades suelen ser relativamente moderadas, compaginándose, por lo general, el desembalse solicitado por las respectivas asociaciones y federaciones de piragüismo con la demanda de otros usos, y empleándose únicamente volúmenes excedentes para los fines lúdicos.

Lo mismo cabe afirmar para la multitud de aprovechamientos recreativos en embalses y riberas de ríos, frecuentemente equipados con zonas de acampadas, embarcaderos y demás instalaciones deportivas, que suelen ofrecer una oportunidad de ocio únicamente en función de las disponibilidades hídricas.

Puede considerarse, por lo tanto, que el uso recreativo del agua en España tiene en la actualidad un carácter relativamente marginal, y su demanda es atendida cuando las necesidades de otros usos están satisfechas. La consideración de las necesidades recreativas en la gestión de los sistemas de explotación se efectúa bajo la premisa de que los demás usos no se vean perjudicados, si bien pueden darse casos extremos donde la presión del uso recreativo imponga de hecho servidumbres a los otros usos anteriormente establecidos.

A pesar de ello, son relativamente corrientes los ejemplos que pretenden el fomento social y la adecuación ambiental de embalses y ríos, aunque en general no implican una asignación de recursos hídricos.

Frecuentemente existe una clasificación para el aprovechamiento secundario recreativo de los embalses que regula su aptitud y la autorización para realizar actividades de ocio y deportes acuáticos.

En algunos países la consideración de los usos recreativos en la planificación y gestión del dominio hidráulico es un fenómeno más corriente debido, probablemente, a una tradición más antigua de actividades de ocio relacionadas con la naturaleza. En California, por ejemplo, se estima que cerca del 3% de la demanda total de agua es debida al recreo. El deporte del *rafting* alcanza una magnitud superior al millón de personas-día por año en los ríos más populares del Estado (CDWR, 1998). En los parques naturales, que frecuentemente cuentan con aguas superficiales (naturales o artificiales), se registran más de 60 millones de visitantes cada año, con tasas de crecimiento del orden del 15% anual durante la mayor parte de los años ochenta. Aunque este crecimiento parece haber disminuido en los últimos años, las cifras indicadas dan una idea de la magnitud y la dinámica del sector del ocio en California.

En España, las actividades de ocio relacionadas con la naturaleza, aunque todavía son de menor volumen que en otros países, muestran un crecimiento espectacular en algunos sectores. Por ejemplo, según datos del Organismo Autónomo Parques Nacionales, el número de visitantes a los Parques Nacionales, que actualmente se cifra en unos 8,1 millones de personas anuales, ha ido aumentando con una tasa media de crecimiento del 11% anual durante el periodo 1984-96. En los últimos años el crecimiento ha sido incluso mayor, con una tasa media del 13% anual durante el periodo 1989-96. Conviene tener en cuenta que la mayor parte de las visitas corresponde a Parques Nacionales situados en las Islas Canarias (5,3 millones) y que la tasa de crecimiento ha sido mayor en las islas que en la Península (15% frente a 9%). Aún así parece claro que la tendencia de las visitas a los Parques Nacionales va al alza. La tabla 85 muestra el número de visitantes y el crecimiento medio anual durante el periodo 1989-96.

Se observan unas tasas similares de crecimiento en los camping, que han registrado -según datos del INE (1995a)- un aumento tanto en el número de viajeros como en el número de pernoctaciones, con unas tasas medias de crecimiento anual del 15% y 12%, respectivamente, durante el periodo 1975-94. Aunque la mayor parte de los camping siguen estando situados en las provincias costeras (780 de un total de 1080), las mayores tasas de crecimiento, tanto en capacidad como en número de establecimientos, se registran en el interior de la Península (7% frente a 3% en las provincias costeras en el periodo 1984-94).

A efectos de comparación, cabe destacar que el sector hotelero, siendo mucho mayor en volumen, ha observado un crecimiento muy inferior al de los camping, del 2% anual medio en el periodo 1975-94 (INE, 1995a).

Otra variable que puede ayudar a interpretar la evolución de algunas actividades relacionadas con el uso recreativo del agua es el número de licencias de pesca expedidas. La figura 252 muestra cómo durante el periodo comprendido entre 1965 y 1996 el número de licencias ha experimentado un fuerte aumento, pasando de 190.000 a 862.000 (MAPA, 1997), lo que significa una tasa de crecimiento anual media del 6%. A pesar de los descensos a finales de los años setenta y a principios de los noventa, es evidente que la pesca deportiva en aguas dulces ha registrado una evolución global indudablemente creciente durante las últimas décadas.

Si bien todas las evoluciones señaladas coinciden con un crecimiento general de la economía y del bienestar económico en España durante estos años, se observa que algunas de las variables indicadas, como las relativas a camping y Parques Nacionales, han experimentado un crecimiento muy por encima de la economía general, expresada en términos del Producto Interior Bruto (PIB), como se aprecia en la figura 253.

Los datos presentados indican que, además de una expansión general, parece producirse una cierta orientación hacia actividades relacionadas con la naturaleza y los espacios libres. En una sociedad en la cual un creciente número de personas vive en grandes ciudades esta tendencia parece lógica, sobre todo teniendo en cuenta la mejora de los medios de transporte y la mayor movilidad de los ciudadanos, el cambio de las estructuras familiares, el aumento del tiempo libre y un mayor presupuesto dedicado al ocio. Aunque en la actualidad no sea posible cuantificar el impacto que estas tendencias van a tener sobre el uso de los recursos hídricos, resulta conveniente tener en cuenta que la

sociedad puede exigir en el futuro una mayor consideración de los usos recreativos del agua.

3.3.9. Requerimientos ambientales

3.3.9.1. Introducción. Conceptos previos.

Caudales y volúmenes ambientales

Los antecedentes en nuestro país, y en general en todos, sobre la cuestión de los caudales mínimos que deben circular por los ríos, se vinculan históricamente no a la preservación de los ecosistemas acuáticos (concepto de mayor generalidad vinculado al modernamente llamado *estado ecológico* del agua), sino a la necesidad de preservación de la pesca.

Aunque la Ley de Pesca española de 1942 limitaba los valores mínimos de los caudales circulantes en los pasos para peces, se puede considerar que la Administración no abordó la adopción de criterios para determinar limitaciones al caudal circulante en tramos regulados hasta septiembre de 1990, fecha de publicación de la primera Declaración de Impacto Ambiental. A partir de esa primera declaración de impacto, el criterio habitualmente mantenido ha sido condicionar la construcción de una gran presa a que, en su gestión, se mantuviera un caudal vertido desde la misma calculado para la supervivencia de los ecosistemas existentes aguas abajo de las presas. No obstante, a pesar del tiempo transcurrido, no se dispone de unos criterios claramente definidos.

A este respecto se hace necesario exponer que, en la actualidad, se viene utilizando un variado conjunto de términos para definir el caudal que permite mantener un hábitat fluvial con la capacidad suficiente para sostener la vida del medio acuático y de la ribera, tales como caudales *ambientales*, *ecológicos*, *mínimos*, *de reserva*, etc. Un breve repaso a la bibliografía pone de manifiesto la utilización de otros términos tales como

Parques Nacionales	Número de visitantes 1989 (miles)	Número de visitantes 1996 (miles)	Tasa anual 1989-1996 (%)
Picos de Europa/Covadonga	700	1.676	13,3
Ordesa y Monte Perdido	450	625	4,8
Doñana	250	366	5,6
Tablas de Daimiel	102	131	3,6
Cabañeros		11	
Península	1.502	2.809	9,4
Teide (Tenerife)	1.000	3.000	17,0
Timanfaya (Lanzarote)	800	1.575	10,2
Garajonay (Gomera)	125	450	20,1
Caldera de Taburiente (La Palma)	100	250	14,0
Cabrera (Baleares)		39	
Islas	2.025	5.314	14,8
España	3.527	8.123	12,7

Tabla 85. Visitantes a Parques Nacionales

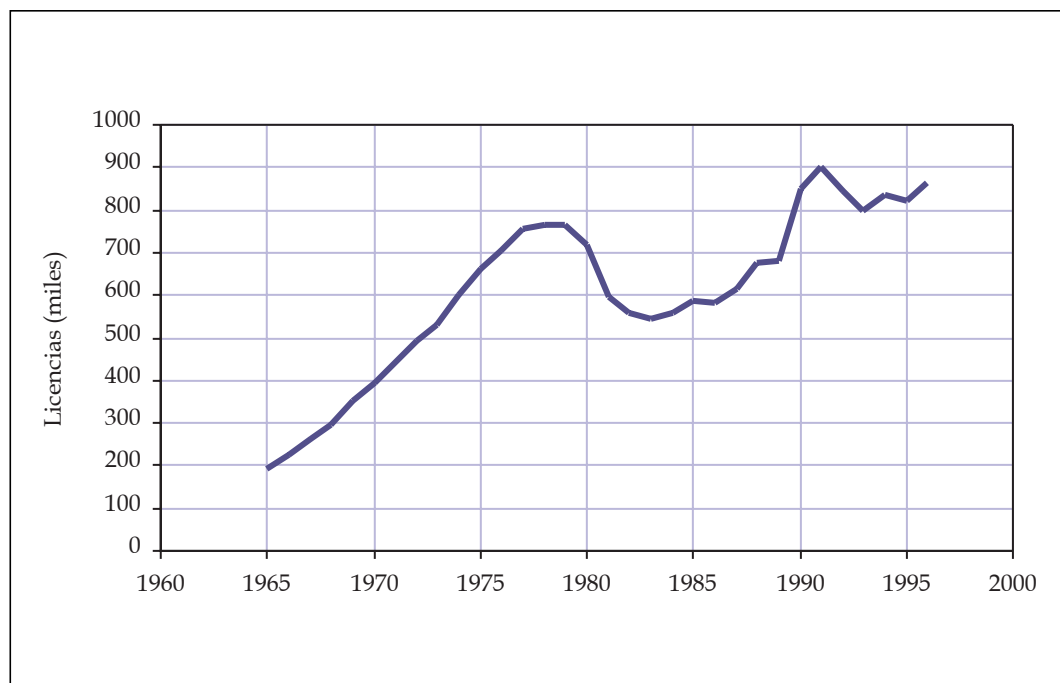


Figura 252. Evolución del número de licencias de pesca

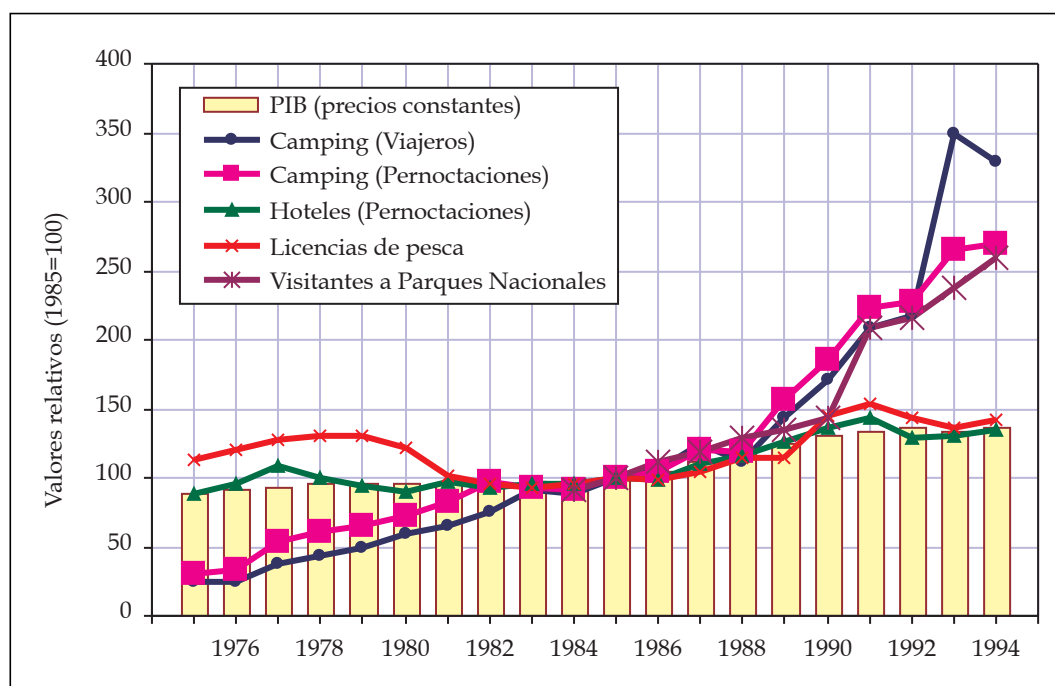


Figura 253. Evolución de algunas variables relacionadas con el uso recreativo de las aguas

caudal *reservado*, es decir, una fracción del natural que hay que preservar para un fin determinado; caudal *recomendado* o *regulado*, aludiendo a unos caudales establecidos como consecuencia de alguna regularización de las condiciones naturales del flujo; etc. Algunos autores (Palau, 1994) proponen sustituir estos términos por el de *caudal de mantenimiento*, que implica el mantenimiento de un nivel admisible de desarrollo de la vida acuática aguas abajo de cada aprovechamiento de regulación o derivación (modificación del régimen natural). Aunque esta denominación también sea discutible, es necesario considerar

que el caudal de mantenimiento no es un simple valor único, sino que encierra un concepto múltiple, compuesto por varios elementos que forman una estrategia, un protocolo o, si se prefiere, un régimen de gestión racional de los sistemas fluviales.

Es obvio que los mejores caudales de mantenimiento serán los que imiten el régimen natural, ya que las biocenosis acuáticas evolucionan de acuerdo con las pautas históricas de avenidas y estiajes. Sin embargo, la necesidad de aprovechar el agua para los usos solicitados por la sociedad obliga a considerar no esos caudales óptimos, sino otros requerimientos mínimos que

mantengan las poblaciones naturales del río y sus valores ecológicos, de tal modo que no puedan experimentar una disminución de su cuantía sin que ello implique una pérdida marcada de los mismos.

Ahora bien, una vez identificados estos mínimos, con los problemas consiguientes derivados de las dificultades para su estimación, han de considerarse como unas restricciones o limitaciones externas al propio sistema de utilización del agua y con un carácter previo y superior. En este sentido se pronunció el Consejo Nacional del Agua en su Informe sobre la propuesta de los Planes Hidrológicos de cuenca, de abril de 1998, siendo este planteamiento el que se propone en este Libro.

La dificultad principal para la estimación de estos requerimientos se halla en la definición del límite hasta el que resulta aceptable modificar el régimen de caudales naturales sin poner en peligro la supervivencia y los niveles normales (naturales) de las poblaciones acuáticas. Aunque en las dos últimas décadas se ha investigado mucho sobre los efectos de la regulación de los caudales, todavía persiste un gran desconocimiento científico, en especial sobre los requerimientos de muchas especies ibéricas, de las que se carece incluso de datos cuantitativos (distribución, densidades, etc.). Probablemente un buen parámetro indicador de los diferentes tipos de ríos sean las asociaciones de peces. Ciertamente, la ictiología practicada en España hasta la fecha debería abrirse a campos más aplicados de la gestión práctica de los ríos, ya que no habrá peces sin ellos. Como primer paso para el conocimiento de los ríos ibéricos se propone su caracterización y sistematización por medio de descriptores de distintas tipologías (hidrológicos, hidráulicos, ecológicos, etc.). Una vez reconocidos los distintos tipos de ríos, y determinados sus requerimientos, se estará en condiciones de incorporar con profundidad las condiciones ambientales a la planificación hidrológica y la gestión de las cuencas fluviales.

Las distintas metodologías de cálculo desarrolladas hasta la fecha tienen como objetivo la cuantificación y distribución temporal de unos caudales que permitan atender los requerimientos ambientales dentro del cauce. De todas las metodologías desarrolladas la más empleada es la *Instream Flow Incremental Methodology* (IFIM), una de cuyas herramientas es el modelo PHABSIM (*Physical Habitat Simulation*). Con este modelo se obtienen los caudales requeridos por una especie concreta en una zona y para un periodo determinados. Es decir, se trata de un modelo que permite estimar el caudal necesario para la supervivencia de una especie en cierto estado de desarrollo biológico. Esta metodología surge en Estados Unidos ante la necesidad de proteger especies de peces de carácter comercial o deportivo en ríos con caudales elevados y

de régimen permanente. Todo ello plantea una limitación, resultado de contemplar la solución de un único problema, sin proponer un caudal o volumen de agua para el mantenimiento de otros elementos que configuran los ecosistemas acuáticos y ribereños (vegetación acuática y de ribera, macroinvertebrados, etc.).

En España se ha aplicado esta metodología en algunos tramos de ríos, pero modificándola para adaptarla a las características propias de los mismos, observándose la importante limitación indicada. Han sido recientemente desarrolladas otras metodologías y herramientas de aplicación que se apartan de esta línea, intentando integrar las distintas variables ambientales de los ecosistemas asociados al agua. Entre estas metodologías podría destacarse el denominado *método vasco* (Docampo Pérez y García de Bikuña [1995]; García de Bikuña [1997]).

El amplio abanico de propuestas existente tiene en su mayor parte, como único factor común, la utilización de criterios de tipo hidrológico, con mayor o menor grado de sofisticación (Palau [1994]; Mora Alonso-Muñoyerro [1995]; CEDEX [1998c]), aunque también se han llevado a cabo numerosas aplicaciones de la metodología IFIM o PHABSIM (v., p.e., Cubillo et al. [1990]; García de Jalón [1997]; Muñoz y Robert [1997]; Mariño [1997]; CEDEX [1998d]; Sanz y Martínez [1999]).

Una muestra del creciente interés suscitado por los requerimientos ambientales en nuestro país es la celebración de encuentros monográficos en los que se abordan, además de los aspectos puramente técnicos, otros como los jurídicos, económicos, sociales o paisajísticos. Es el caso de las Jornadas de Valladolid (CHD, 1997) o del I Congreso sobre Caudales Ecológicos de Tarrasa (APROMA, 1999).

En definitiva, el estado actual de la determinación e implantación de caudales de mantenimiento en España se encuentra en situación emergente, con numerosas experiencias y realizaciones de interés, pero sin disponer aún de metodologías consolidadas y estandarizadas para su empleo generalizado en todo el país.

En esta situación no parece posible establecer de forma inmediata los requerimientos de caudales de mantenimiento en los tramos regulados y no regulados de todos nuestros ríos, por lo que, a falta de tales determinaciones, es razonable proponer, como se ha hecho de forma muy generalizada en los Planes Hidrológicos, una reserva cautelar de una parte de los recursos naturales, de acuerdo con las opciones indicadas en epígrafes posteriores.

En la figura 254 se muestra la localización de ecosistemas acuáticos identificados, conforme a algunos

inventarios disponibles (p.e., MOPT [1991]; MOPT-MA [1995d].

3.3.9.2. Conceptos jurídicos

Desde el punto de vista jurídico, el establecimiento de requerimientos ambientales (como, por ejemplo, los llamados *caudales ecológicos*) sobre el dominio público hidráulico, es una función que debe entenderse atribuida a la planificación hidrológica de las cuencas. En primera instancia, es el Plan Hidrológico el instrumento normativo regulador de la materia, sin perjuicio de a quien corresponda la iniciativa o análisis técnico para su determinación concreta. Tras la aprobación de los Planes, sus determinaciones son las vigentes, y si se detectan errores, omisiones, o insuficiencias de valoración, el procedimiento requerido es el de la revisión y perfeccionamiento del correspondiente Plan Hidrológico, lo que debe constituir una labor permanente del Organismo de cuenca.

En este sentido, determinadas prescripciones de las Comunidades Autónomas que incidían sobre el régimen de caudales de los ríos, y que fueron objeto de recursos ante el Tribunal Constitucional, han dado lugar a diferentes sentencias que van clarificando las dudas e indeterminación existentes.

Así, la sentencia del Tribunal Constitucional de 21 de mayo de 1998 ha declarado contrarios al orden consti-

tucional de distribución de competencias varios artículos de la Ley 6/1992 de 18 de diciembre, de protección de los ecosistemas acuáticos y de regulación de la pesca en Castilla y León, estableciendo en sus fundamentos jurídicos que la determinación del régimen de caudales es una facultad que materialmente ha de ser considerada como de ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos y, por tanto, en las cuencas intercomunitarias, perteneciente a la competencia exclusiva del Estado, por lo que con arreglo a lo dispuesto en la Ley de Aguas, únicamente a través del Organismo de cuenca pueden establecerse los caudales mínimos y máximos circulantes. Insiste el Tribunal en la mutua colaboración que debe existir entre los Organismos de cuenca y las Comunidades Autónomas cuyo territorio forma parte total o parcialmente de su cuenca hidrográfica, pudiendo el legislador autonómico establecer fórmulas que permitan esa colaboración.

Esta reciente sentencia viene a ratificar la postura del Tribunal Constitucional expresada con ocasión de la sentencia del 22 de enero de 1998, en la que declaró también contrarios al orden constitucional de distribución de competencias varios artículos de la Ley 292, de 7 de mayo, de pesca fluvial de Castilla-La Mancha. El Tribunal insistió en la necesidad de arbitrar fórmulas procedimentales y de intervención que permitan armonizar el ejercicio de las respectivas competencias, evi-

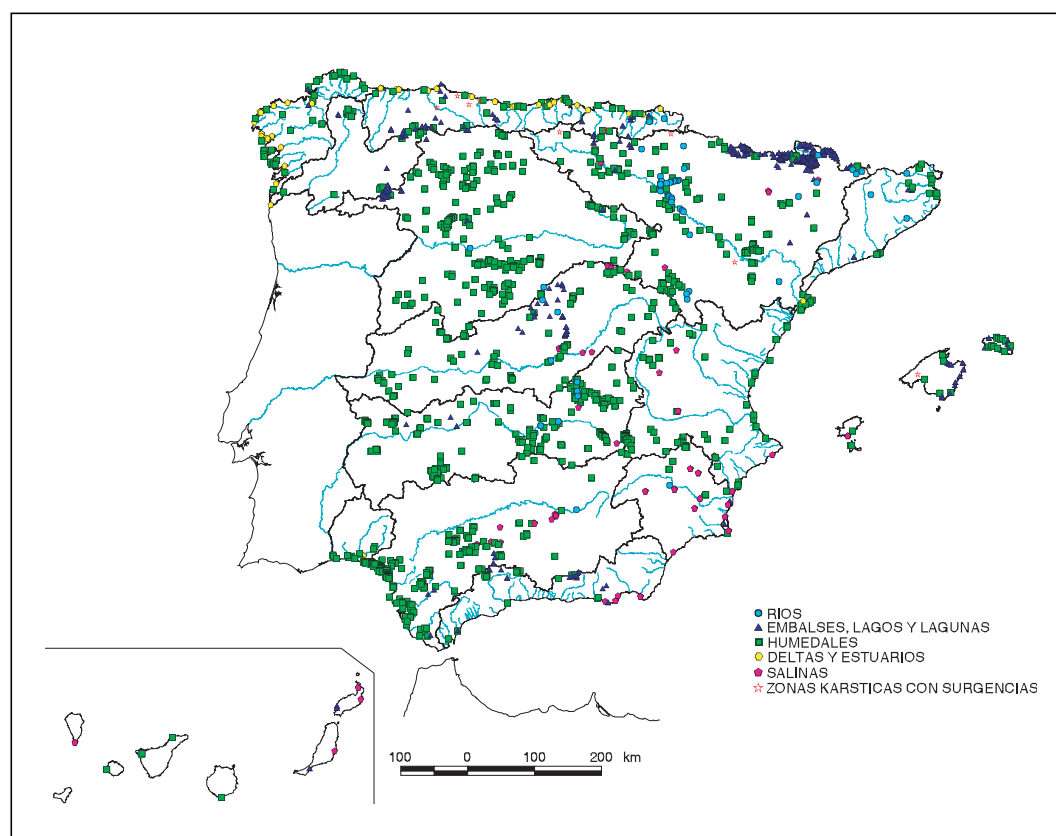


Figura 254.
Ecosistemas acuáticos
inventariados

tándose el desplazamiento o menoscabo de las ajenas, y destacó la importancia que revisten dichas fórmulas de colaboración, que no son sino el desarrollo del principio esencial del marco constitucional de colaboración entre el Estado y las Comunidades Autónomas.

Finalmente, debe hacerse mención de otra sentencia muy reciente del Tribunal Constitucional, del día 4 de junio de 1998, en la que declara que el artículo 90.3, del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en su inciso *declaren de protección especial determinadas zonas, cuencas o tramos de cuenca, acuíferos o masas de agua*, y el epígrafe 4 del mismo artículo 90, *los expedientes de declaración de zonas protegidas que se incoen con posterioridad a la aprobación del Plan Hidrológico deberán ser preceptivamente informados por el Organismo de cuenca correspondiente*, invaden competencias de la Comunidad Autónoma de Cantabria, por lo que no es directamente aplicable en ésta.

En la misma sentencia se declara que no son básicos, ni por tanto de aplicación directa en las Comunidades autónomas del País Vasco y Cantabria, los artículos 2.2, 71.2, segundo inciso, 73 a 87 y 89.2 del Reglamento antes citado, aunque sin perjuicio de la aplicación directa de los preceptos de carácter básico de la Ley de Aguas que algunos de ellos reproducen.

Ésta consideración formal ha sido recientemente recogida en la reforma de la Ley de Aguas, donde se determina (Art. único, párrafo vigésimo) que *Los caudales ecológicos se fijarán en los Planes Hidrológicos de cuenca, y que para su establecimiento, los Organismos de cuenca realizarán estudios específicos para cada tramo de río*.

Además, en los últimos años se ha planteado una interesante discusión doctrinal respecto a la naturaleza jurídica de los caudales ambientales y, específicamen-

te, su consideración o no como un uso del agua (v., p.e., Delgado Piqueras [1992] pp.30-32, 187-209; Embid Irujo [1994] pp.149-169).

Esta cuestión ha sido también resuelta por la reforma de la Ley de Aguas, siguiendo los criterios apuntados en este Libro Blanco, y recogidos en el Real Decreto 1664/1998 de aprobación de los Planes, y es la de no reconocer a éstos el carácter de un *uso* a los efectos del otorgamiento de concesiones, sino el de una *restricción previa*, que se impone a los sistemas de utilización (Art. único, párrafo vigésimo). La importancia de este enfoque, desde el punto de vista de la preservación ambiental, es decisiva, aunque no haya sido aún claramente percibida.

3.3.9.3. Ríos

Las condiciones generales de circulación de flujos establecidas en los Planes de cuenca que así lo indican, son las mostradas en la tabla 86.

Además de estas condiciones generales, en la tabla 87 se muestran las condiciones puntuales de circulación de flujos establecidas en algunos Planes para algunos ríos o tramos de río, fijadas para el primer horizonte de su desarrollo. Se indica, junto a la corriente a la que se aplican las condiciones de circulación de flujos, una breve descripción de las mismas.

Debe distinguirse entre tramos regulados y no regulados y, lógicamente, entre los caudales fijados y las necesidades netas de recursos para su atención, ya que el flujo circulante puede ser utilizado, total o parcialmente, por aprovechamientos aguas abajo.

Así, la definición de tramo no regulado -tramo aguas arriba del cual no se ha efectuado ninguna obra o actuación que altere el régimen natural del agua de su cuenca- se incluye en este capítulo únicamente con el objeto de poner de relieve que el tratamiento dado para determinar caudales ambientales en ellos es distinto al

Tabla 86. Condiciones generales de circulación de flujos en los Planes Hidrológicos de cuenca

Ámbito	Condiciones generales
Norte	Caudal mínimo: 10% del medio interanual, con un mínimo de 50 l/s.
Duero	No se especifican caudales mínimos con carácter general.
Tajo	Demanda medioambiental: Volumen mensual equivalente al 50% de la aportación mensual media de los meses de verano, medida en la serie de aportaciones naturales.
Guadiana	Volumen mínimo vertido desde los embalses: 1% de la aportación natural a los mismos.
Guadalquivir	El mayor valor del 35% del caudal medio diario que ocupe el lugar 19 en la serie clasificada en orden creciente de los caudales naturales medios diarios o 50 l/s.
Sur	Caudal ecológico: 10% de la aportación media anual.
Segura	Caudal mínimo: 10% de la aportación media anual.
úcar	Reserva máxima: 1% de los recursos totales de la cuenca.
Ebro	Caudal mínimo: 10% de la aportación media interanual.
C. I. Cataluña	Caudal mínimo: 5% del mediano en 10 años consecutivos, superior a 50 l/s.
Galicia-Costa	Caudal mínimo: 10% de la aportación media anual.

de los tramos regulados, pues en los tramos no regulados se puede determinar un caudal de mantenimiento que podría reservarse a efectos de las concesiones de uso que se otorguen en él.

En los tramos regulados, es decir, en aquéllos en los que existe alguna actuación que altere el régimen natural del curso de agua, se pueden determinar unos caudales de mantenimiento servidos desde las obras de regulación y en las condiciones de calidad más parecidas a las que en régimen natural tendrían esas aguas.

Algunos problemas de interpretación de los caudales ecológicos en los Planes Hidrológicos de cuenca son comentados en Heras Moreno (1994).

3.3.9.4. Embalses y masas de agua

La Ley de Aguas parece conceder a los lagos y embalses la categoría de zonas húmedas en tanto en cuanto *zonas pantanosas o encharcadizas*, si bien son los Planes Hidrológicos los que deben recoger, en su caso, la clasificación como zonas protegidas.

Los requerimientos ambientales hídricos de un lago o embalse están determinados por su volumen, capacidad y calidad de sus aguas. Es decir, se deberá atender para su preservación ambiental a factores de mantenimiento de la calidad del agua, de ordenación de usos en sus cuencas vertientes y de unos niveles mínimos de los que no se debe bajar. Esto último podría comprometer las garantías de los usos atendidos desde el embalse, por lo que una solución interesante, que se comenta posterior-

Plan Hidrológico	Corriente/descripción	Caudal (m ³ /s)
Duero	Esla/Vertidos desde embalse Riaño	4
Duero	Porma/Vertidos desde embalse Porma-Juan Benet	3
Duero	Tuerto/Vertidos desde embalse Villameca	0,1
Duero	Orbigo-Luna/Vertidos desde embalse Barrios de Luna	2,5
Duero	Carrion/Vertidos desde embalse Camporredondo-Comp.	0,5
Duero	Pisuerga/Vertidos desde embalse Requejada	0,6
Duero	Ribera/Vertidos desde embalse Cervera-Ruesga	0,5
Duero	Pisuerga/Vertidos desde embalse Aguilar de Campoo	2
Duero	Arlanzón/Vertidos desde embalse Arlanzón	0,1
Duero	Arlanzón/Vertidos del embalse Uzquiza	0,3
Duero	Duero/Vertidos desde embalse Cuerda del Pozo	0,6
Duero	Riaza/Vertidos desde embalse Linares del Arroyo	0,1
Duero	Tormes/Vertidos desde embalse Santa Teresa	6
Duero	Agueda/Vertidos desde embalse Agueda	2
Tajo	Tajo en Aranjuez	6
Tajo	Tajo en Toledo	10
Guadalquivir	Guadalquivir aguas abajo Presa de Pedro Marín/Control río	1,6
Guadalquivir	Guadalquivir aguas abajo Presa de Mengíbar/Control río	4,4
Guadalquivir	Guadalquivir aguas abajo Presa de El Carpio/Control río	7,2
Guadalquivir	Guadalquivir aguas abajo Presa de Alcalá del Río/Control río	12,1
Guadalquivir	Genil en Puente Genil/Control río	1,5
Segura	Segura: Ojós-Contraparada/Caudal en río	3
Segura	Segura: Contraparada-Guardamar/Caudal en río	4
Júcar	Cenia aguas abajo Ulldecona hasta La Cenia/Caudal en río	0,3
Júcar	Sichar ag. ab. emb. Sichar a retorno central de Onda/Caudal en río	0,2
Júcar	Guadalaviar aguas abajo emb. Benagéber a Loriguilla/Caudal en río	0,7
Júcar	Guadalaviar aguas abajo emb. Loriguilla/Caudal en río	0,5
Júcar	Cabriel aguas abajo embalses de Contreras/Caudal en río	0,4
Júcar	Júcar aguas abajo embalses de Alarcón/Caudal en río	0,4
Júcar	Júcar aguas abajo presa deriv. central de Picazo/Caudal en río	0,4
Júcar	Júcar aguas abajo Presa de Tous/Caudal en río	0,6
Júcar	Júcar aguas abajo embalse de Forata/Caudal en río	0,2
Júcar	Serpis/Caudal en río	0,08
Júcar	Guadalest aguas abajo embalse de Guadalest/Caudal en río	0,1
Galicia-Costa	Verdugo/Caudal en río	0,5
Galicia-Costa	Otaivén/Caudal en río	0,5
Galicia-Costa	Lérez/Caudal en río	1
Galicia-Costa	Umia/Caudal en río	1
Galicia-Costa	Ulla/Caudal en río	1,5
Galicia-Costa	Forcadás aguas abajo embalse de Forcadás/Caudal en río	0,5

Tabla 87. Condiciones de flujo de los Planes Hidrológicos

mente, es la construcción de diques de cola que permitan mantener este nivel en una zona del embalse, y liberen volumen para los usos a los que se destina.

3.3.9.5. Zonas húmedas

Las zonas húmedas presentes incluyen no sólo las masas de agua sin estratificación térmica, sino también la zonas del territorio que tienen un gradiente positivo de contenido de agua que confiere al suelo una cierta humedad, facilitando el establecimiento de comunidades de plantas claramente diferenciadas de su entorno, lo que se conoce como *criptohumedales* (González Bernáldez, 1981). En cuanto a los requerimientos hídricos de humedales, sin perjuicio de que pueda proponerse un volumen mínimo a reservar de los recursos totales nacionales, habrá que determinar para cada humedal la gestión adecuada para su preservación, referida a las entradas de agua y al nivel del freático del acuífero donde se encuentren, para lo cual la finalización del inventario nacional de humedales, cuya realización impone la Ley 4/1989, de Conservación de la Naturaleza, reviste el mayor interés.

Con la excepción de los Planes del Guadiana, del Júcar y del Segura, ningún otro Plan de cuenca indica unas necesidades hídricas específicas para las zonas húmedas o espacios naturales y, en consecuencia, tampoco se asignan cantidades específicas para atender estos requerimientos. El Plan del Ebro sólo hace mención al mantenimiento de un caudal mínimo en el espacio natural de la desembocadura del Ebro. Finalmente, tampoco se ha especificado ningún volumen mínimo a mantener en los embalses, excepto en el Plan del Guadiana, en el que todos los embalses de

la cuenca deberán mantener unos determinados volúmenes. En la tabla 88 se muestran los volúmenes anuales destinados al mantenimiento de humedales, prevención de la intrusión salina en acuíferos costeros o mantenimiento de espacios naturales, tal y como han sido fijados para el primer horizonte de los Planes del Guadiana, Júcar, Segura y Ebro.

Desde el punto de vista jurídico, los complejos problemas planteados por la gestión y preservación de humedales han sido analizados, entre otros, por Delgado Piqueras (1992), que considera su protección como un paradigma del enfoque ambiental del nuevo derecho de aguas en España, o por Calvo Charro (1995), que revisa la evolución histórica de la regulación de las zonas húmedas, y el estado actual y los problemas jurídicos planteados por su conservación.

3.3.9.6. Deltas y estuarios

Los *deltas* son formaciones asociadas a la desembocadura de un río, en mares de escasas mareas y en zonas de pequeño calado, en las que el río arrastra una cantidad de material lo suficientemente grande como para que, al alcanzar el mar, el oleaje no sea capaz de transportarlo en su totalidad a lo largo de la costa, produciéndose un depósito de material sedimentario. Cuando el caudal sólido aportado por el río es muy grande pueden llegar a formarse deltas en mares con mareas apreciables. El tipo y desarrollo de los diferentes deltas depende de la composición granulométrica del material sedimentario, así como de las condiciones físicas del agua del río y del clima marítimo reinante en la desembocadura. Los deltas principales en la costa española se hallan en el Ebro (325 km²) y

Plan	Sistema / Unidad de demanda	Corriente/descripción	Volumen (hm ³ /año)
Guadiana I	Tablas de Daimiel	Guadiana	20
Guadiana I	U. H. Mancha Oriental	Záncara/Reserva de las aportaciones hídricas naturales	60
Guadiana I	Lagunas de Ruidera	Guadiana/Reserva de las aportaciones hídricas naturales	30
Júcar	Cenia-Maestrazgo	Ríos del Sistema/Prev. intr. Marina	48
Júcar	Cenia-Maestrazgo	Ríos del Sistema/Mant. de humedales costeros	23
Júcar	Mijares-Plana Castellón	Ríos del Sistema/Prev. intr. Mar. y mant. humedales costeros	74
Júcar	Palancia-Los Valles	Ríos del Sistema/Prev. intr. Mar. y mant. humedales costeros	18
Júcar	Turia	Ríos del Sistema/Prev. int. Marina	15
Júcar	Júcar	Ríos del Sistema/Prev. intr. Marina	55
Júcar	Júcar	La Albufera/Mant. de humedal	100
Júcar	Serpis	Ríos del Sistema/Prev. intr. mar. en Plana de Gandia-Denia	21
Júcar	Marina Alta	Ríos del Sistema/Prev. intr. Mar. en U.H. Peñon-Mongo-Bernia-Bernisa	4
Júcar	Marina Alta	Marjal de Oliva-Pego/Mant. de humedal	26
Segura		Zonas húmedas diseminadas	50
Ebro	Desembocadura del río Ebro	Ebro/Mant. de los espacios protegidos del Delta	3.150

Tabla 88. Volúmenes de mantenimiento de algunas zonas húmedas

en el Llobregat (90 km²). Otros de menor importancia son el Delta de Almería y los de los ríos Odiel y Tinto.

En relación con los requerimientos hídricos de los deltas, el aporte fluvial es el responsable en gran medida de la evolución de estas formaciones, tanto desde el punto de vista de aportes sedimentarios como del mantenimiento de las zonas húmedas asociadas a estos sistemas a través de la alimentación de los acuíferos. Esto se pone de manifiesto en el delta del Ebro (ver figura 255) y en el del Llobregat, ambos en retroceso debido a la disminución de aportes sólidos al delta motivada, fundamentalmente, por la retención de los embalses reguladores construidos en las cuencas vertientes aguas arriba.

En cuanto a los *estuarios*, se caracterizan por ser zonas de desembocaduras fluviales, cuyos márgenes se van abriendo en forma de embudo, y en las que se produce la mezcla de aguas dulces continentales con aguas saladas marinas, lo que da lugar a procesos hidrobiológicos específicos. En los estuarios el flujo de agua dulce, el rango de marea y la distribución de sedimentos están continuamente variando y, por tanto, difícilmente llegan a situaciones de equilibrio. En la costa española existen 27 estuarios o rías, mereciendo destacarse las rías de Pasajes y Pontevedra y el estuario del Guadiana, mostrado en la figura 256.

Los requerimientos de agua dulce específicos de los estuarios son muy difíciles de estimar debido a la muy

alta variabilidad natural de los agentes que intervienen en su funcionamiento. El establecimiento de una situación de referencia respecto a la que se puedan evaluar estos requerimientos precisa estudios detallados de la evolución de las variables de mayor interés en cada caso particular. Ejemplos de este tipo de estudios son los referidos en Dolz et al. (1997) o en Ibáñez et al. (1999) sobre el delta del Ebro.

3.3.10. Síntesis de los usos y demandas actuales

La tabla 89 y las figuras 257 y 258 resume los usos y demandas actuales conforme a los datos de los Planes Hidrológicos.

En la tabla 89 se han asumido las cifras convencionalmente admitidas sobre consumos y retornos (80 y 20% en regadíos, 20 y 80% en abastecimiento urbano e industrial y 5 y 95% en refrigeración) para obtener los valores de las últimas columnas.

3.3.11. Impacto del cambio climático sobre las demandas hídricas

En un capítulo anterior, dedicado a los recursos hídricos, se analizó el posible impacto del cambio climático sobre estos recursos. Procede ahora considerar someramente tal impacto desde el punto de vista de las demandas, y proponer, en su caso, algún criterio orien-



Figura 255.
Ortoimagen del
delta del Ebro



Figura 256.
Ortoimagen del
estuario del Guadiana

tativo al respecto desde el punto de vista de las políticas hidráulicas a adoptar en el futuro.

En principio, y de forma genérica, cabría afirmar que un eventual cambio climático como el aventurado puede suponer una tendencia al aumento de la demanda. Este aumento se produciría, entre otros, en el sector agrario, como consecuencia de un mayor déficit hídrico en el suelo, en los ecosistemas, debido a la disminución del oxígeno disuelto en el agua por el incremento de tempe-

ratura, y en el abastecimiento público, también debido al incremento de temperatura (MOPTMA, 1995c).

No obstante, este criterio simple admite tales matizaciones que la resultante final deviene, cuando menos, muy incierta.

Así, en lo relativo a abastecimientos urbanos el previsible incremento puede resultar en la práctica, despreciable. La demanda urbana para usos comerciales e industriales no se vería verosímelmente afectada por el

Ámbito	Urbana	Industrial	Regadío	Refriger.	Total	Consumo	Retorno
Norte I	77	32	475	33	617	403	214
Norte II	214	280	55	40	589	145	444
Norte III	269	215	2	0	486	98	388
Duero	214	10	3.603	33	3.860	2.929	931
Tajo	768	25	1.875	1.397	4.065	1.728	2.337
Guadiana I	119	31	2.157	5	2.312	1.756	556
Guadiana II	38	53	128	0	219	121	98
Guadalquivir	532	88	3.140	0	3.760	2.636	1.124
Sur	248	32	1.070	0	1.350	912	438
Segura	172	23	1.639	0	1.834	1.350	484
Júcar	563	80	2.284	35	2.962	1.958	1.004
Ebro	313	415	6.310	3.340	10.378	5.361	5.017
C.I.Cataluña	682	296	371	8	1.357	493	864
Galicia Costa	210	53	532	24	819	479	340
Península	4.419	1.633	23.641	4.915	34.608	20.369	14.239
Baleares	95	4	189	0	288	171	117
Canarias	153	10	264	0	427	244	183
España	4.667	1.647	24.094	4.915	35.323	20.783	14.539

Tabla 89. Síntesis de usos y demandas actuales ($hm^3/año$) según datos de los Planes Hidrológicos de cuenca

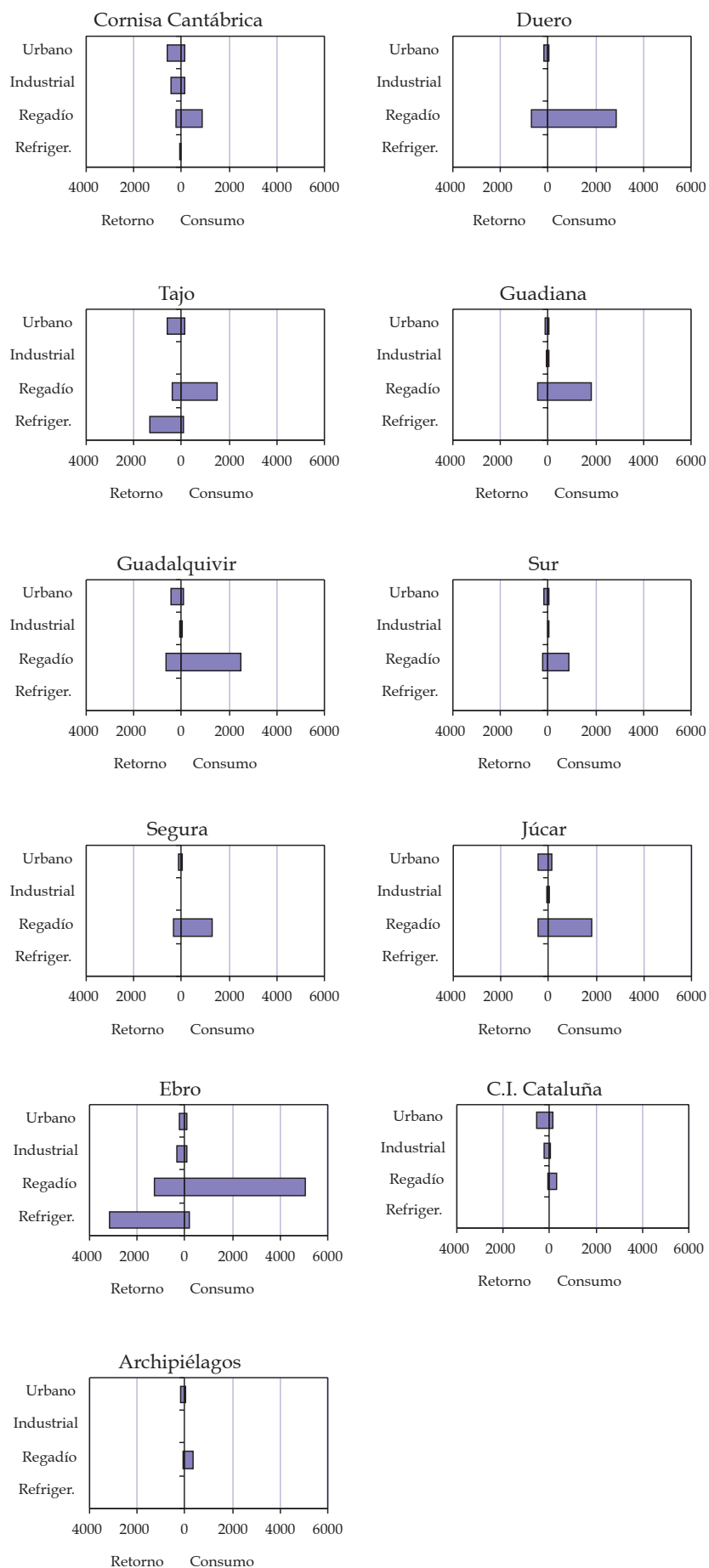


Figura 257. Principales usos actuales ($\text{hm}^3/\text{año}$) en los diferentes ámbitos de planificación

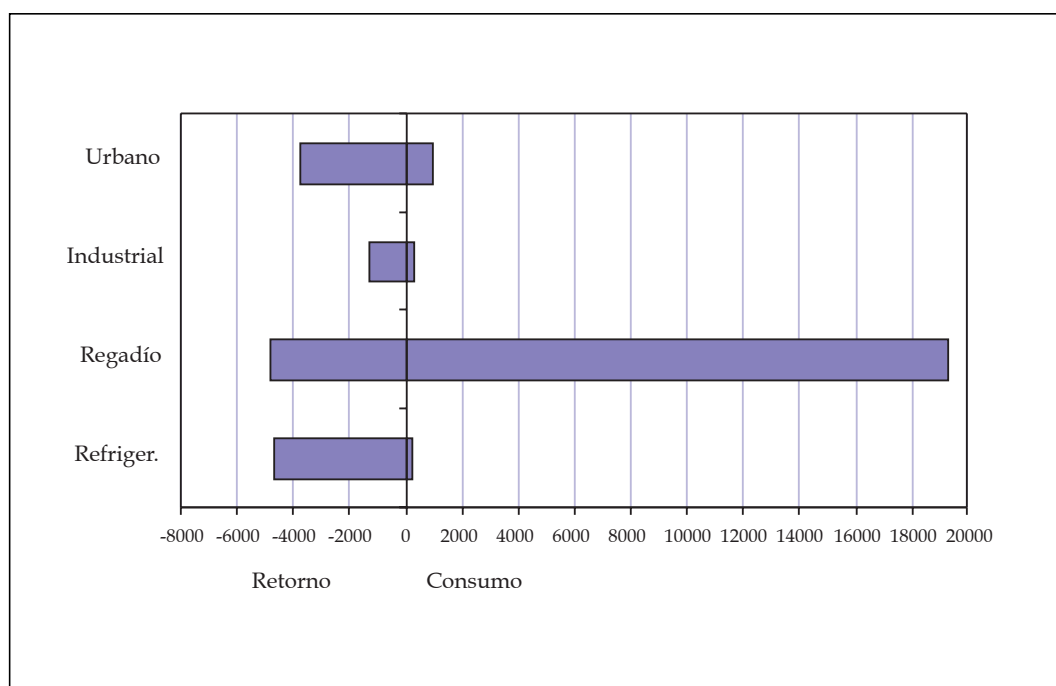


Figura 258. Principales usos actuales (hm³/año) en España

cambio climático, salvo de forma absolutamente marginal (p.e. vía el aumento de agua para bebidas o aires acondicionados ante mayores temperaturas), y la componente que podría resultar afectada es la debida a la demanda doméstica y municipal, básicamente por mayores necesidades para riego de parques y jardines. Aunque en otros países este efecto puede llegar a ser significativo, en España su cuantía es, con toda probabilidad, muy reducida.

Además, si se confirmase el efecto de mayores lluvias de invierno frente a menores en verano, la resultante final de demandas urbanas podría resultar positiva, y por tanto no se agravarían en principio los problemas de disponibilidad hídrica. No obstante, el mayor desequilibrio estacional de la demanda podría plantear una mayor dificultad por aumento de las puntas de suministro, para el que acaso las infraestructuras no estén debidamente preparadas.

En cuanto a los regadíos, existen distintos efectos contrapuestos cuyo balance final no es aún bien conocido. Así, a una mayor necesidad de agua debida a las mayores temperaturas (mayor evaporación), se opone una mayor eficiencia en el aprovechamiento del agua por la planta, debida al aumento de las concentraciones del CO₂ atmosférico (menor transpiración por unidad de área foliar), aunque un mayor crecimiento foliar (por mayores tasas de fotosíntesis) podría compensar parcialmente la reducción en la transpiración. Esta mayor eficiencia neta de uso podría compensar mayores evaporaciones o menores suministros de agua, haciendo que el aumento final de demanda fuese, en su caso, muy reducido. Si además se consideran estos procesos fisiológicos junto con las complejas interacciones biofísicas

del clima y CO₂ sobre la fertilidad de los suelos y las plagas, la resultante final deviene incierta y muy dependiente de las condiciones locales (Rosenzweig e Hillel [1998] pp. 5, 70-100; Postel [1993] pp.74-75). Asimismo, las diferentes capacidades de los regantes para adaptar sus prácticas y sus cosechas a las nuevas circunstancias climáticas, pueden jugar un papel decisivo sobre los requerimientos hídricos futuros desde la perspectiva del cambio climático.

Estudios recientes realizados en algunas zonas regables de España (CEDEX, 1998b) indican que, con carácter general, al aumentar las temperaturas se reduce el riesgo de heladas, se acorta el ciclo de los cultivos, los rendimientos sufren reducciones significativas y las necesidades de riego netas llegan incluso a disminuir, debido básicamente al acortamiento de la duración del cultivo. Los resultados obtenidos en cuanto a variación en las necesidades de agua para el riego hay que considerarlos, sin embargo, conjuntamente con las variaciones en los rendimientos, pues como consecuencia de la reducción de éstos puede ser económicamente inviable el cultivo de algunas especies en determinadas zonas. Por otra parte hay que tener en cuenta que en los próximos años los avances tecnológicos producirán variedades que minimizarán los efectos negativos de un posible cambio climático, sin despreciar la adaptación fisiológica de los propios cultivos a las nuevas condiciones climáticas.

Además, y al igual que sucedía con los abastecimientos, la modificación estacional de precipitaciones puede inducir cambios en los requerimientos estacionales de riego, con un balance final no conocido.

Aunque se presumen impactos generalmente negativos, otras demandas hídricas como la generación hidroeléctrica, la refrigeración de centrales térmicas, o, sobre todo, los requerimientos para la preservación ambiental, presentan también incertidumbres e indeterminaciones desde el punto de vista del cambio climático, que no permiten, por el momento, cuantificar globalmente sus efectos sin un análisis pormenorizado de cada caso concreto.

En síntesis, las distintas fuentes de incertidumbre ante los efectos del posible cambio climático sobre las demandas hídricas no permiten concluir ningún resultado cuantitativo para el futuro desde el punto de vista de la planificación hidrológica.

La mera indeterminación del nivel de actividad industrial, población y dotaciones futuras es muy superior a los posibles efectos superpuestos del cambio climático sobre los requerimientos urbanos. De igual forma, los previsibles efectos contrapuestos sobre las demandas de regadío no permiten aventurar resultados firmes, pues la mera incertidumbre asociada a las futuras alternativas de cultivo y a sus eficiencias de riego, es sensiblemente mayor que los posibles efectos del cambio climático sobre las demandas hídricas de las zonas regadas.

En definitiva, y a diferencia de lo sucedido con los recursos, no parece necesario adoptar ningún criterio específico sobre las demandas hídricas futuras en relación con el cambio climático, desde el punto de vista de la planificación hidrológica.

3.3.12. Comparación con otros países

Para concluir este capítulo dedicado al estudio de los usos y demandas hídricas, es conveniente ofrecer un panorama comparativo con la situación de otros países, lo que nos permite situar mejor nuestra posición relativa en un contexto internacional.

La demanda total de agua en la Unión Europea (UE) se estima en unos 246 km³, lo que supone aproximadamente un 21% de los recursos renovables totales.

Como se observa en la figura 259 esta demanda tiende a mantenerse relativamente constante de forma semejante a lo que ocurre en los Estados Unidos y Canadá y en contraste con los incrementos que se esperan tanto en la región asiática como al considerarse la totalidad del planeta.

La demanda de agua en los diferentes países europeos se reparte, lógicamente, según las características naturales y socioeconómicas de cada uno de ellos. Considerando la demanda total per cápita, España, con un volumen de 900 m³ por habitante y año, sólo sería superada por Italia dentro del contexto Europeo, donde este valor es de 662 m³/habitante/año (ver tabla 90, elaborada con datos de EEA [1998] y figura 260).

En relación con los recursos disponibles la demanda total en España es también superior a la media europea, estimándose el cociente entre demanda total y recursos en un 32% (ver tabla 90 y figura 261).

Aunque la relación mostrada (Demanda total/Recursos renovables totales) permite dar una idea de la relación oferta-demanda de agua en un determinado país, en rea-

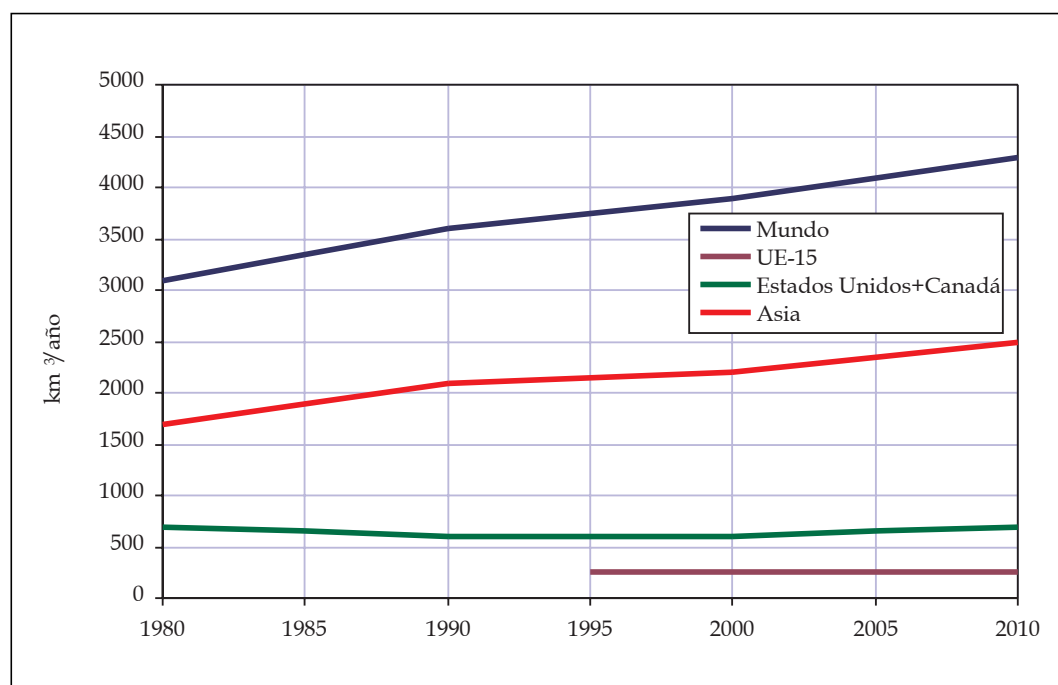


Figura 259. Evolución prevista de la demanda de agua en distintos continentes

lidad, al no tener en cuenta los retornos que se producen para cada tipo de demanda, no es suficientemente representativo del grado real de utilización de los recursos hídricos.

Si se considera que, en una primera aproximación, los retornos que se producen en las demandas agrícola, urbana e industrial y energética suponen porcentajes del 20,80 y 95%, respectivamente, del agua aplicada a cada uno de los usos, se obtiene la tabla 91 (elaboración propia con datos EEA, 1998).

Considerando, por tanto, la demanda consuntiva, España e Italia son claramente los dos países en los que se alcanzan los mayores valores, de tal forma que, entre ambos, consumen dos terceras partes del total consumido en la UE. Según estas cifras, España, posee la mayor demanda consuntiva por habitante y año, superando el doble de la media de los países considerados y mostrando la relación más desfavorable en cuanto a la demanda consuntiva con respecto a los recursos totales renovables, que es unas tres veces mayor que la media europea.

Tabla 90. Recursos y demandas totales en la Unión Europea

País	Población 1995 (1.000 hab)	Recursos renovables totales (km ³ /año)	Demanda total (hm ³ /año)	Demanda per cápita (m ³ /hab/año)	Ratio Demanda/ Recursos
Alemania	82.400	164	58.862	714	0,36
Austria	7.968	84	2.361	296	0,03
Bélgica	10.141	16	7.015	692	0,44
Dinamarca	5.225	6	916	175	0,15
España	39.238	111	35.323	900	0,32
Finlandia	5.115	110	3.345	654	0,03
Francia	58.251	188	40.641	698	0,22
Grecia	10.480	60	5.040	481	0,08
Irlanda	3.575	52	1.212	339	0,02
Italia	56.126	175	56.200	1.001	0,32
Países Bajos	15.534	91	12.676	816	0,14
Portugal	9.915	66	7.288	735	0,11
Reino Unido	58.204	145	12.117	208	0,08
Suecia	8.852	174	2.708	306	0,02
Total UE	371.024	1.187	245.704	662	0,21
Estados Unidos	260.651	2.520	453.651	1.740	0,18

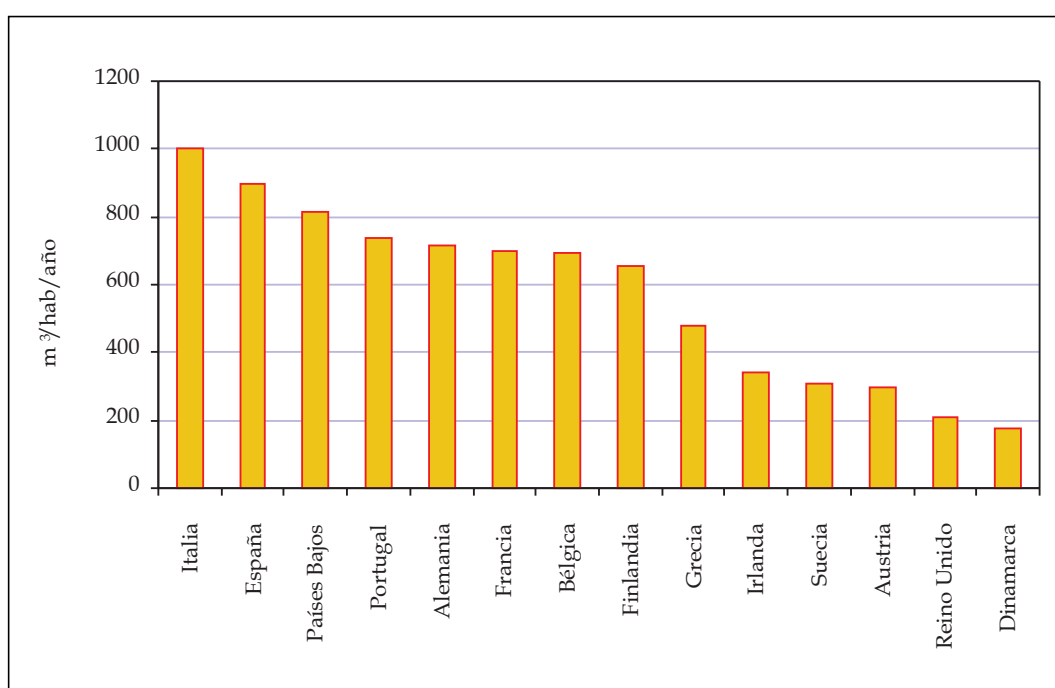


Figura 260. Demanda per cápita en países de la Unión Europea

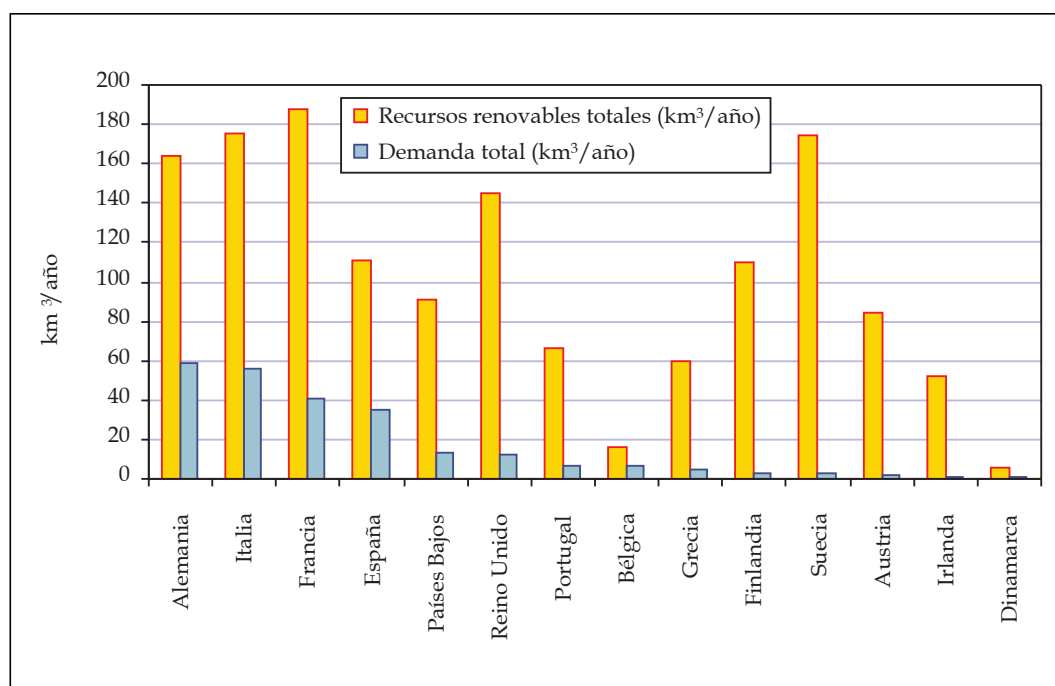


Figura 261. Recurso renovable y demanda total en los países de la Unión Europea

El elevado nivel de la demanda consuntiva de agua en España, con respecto a la media europea, no significa nada -como a veces erróneamente se ha sugerido- respecto a la mayor o menor eficiencia de su uso en nuestro país, sino que es debido principalmente a la gran importancia relativa del regadío español. Como puede verse en la tabla 92 y el gráfico de la figura 262 (de elaboración propia con datos de EEA, 1998), la demanda total agrícola, que en su mayor parte se consume en regadíos, representa un 68% de la demanda total de agua, lo que supone un 79% de los usos consuntivos en España (demanda

agrícola/demanda total sin contar refrigeración). Este fenómeno también se da en los demás países mediterráneos de la Unión Europea, Grecia, Italia, Portugal, donde el regadío representa el 83, 57 y 53% respectivamente de la demanda total de agua. Sin embargo, en el conjunto Europeo el uso predominante de agua es la refrigeración en centrales para la producción de energía eléctrica (46%), seguido por la agricultura (30%) y los usos urbanos e industriales (14 y 10%).

Aunque hasta 1990 la demanda de agua para uso agrícola en la UE ha ido aumentando debido a un crecimiento en la superficie destinada a regadíos, en esta

País	Población 1995 (1.000 hab)	Recursos renovables totales (km³/año)	Demanda consuntiva (hm³/año)	Demanda consuntiva per cápita (m³/hab/año)	Ratio Demanda consuntiva/ Recursos
Alemania	82.400	164	5.857	71	0,04
Austria	7.968	84	460	58	0,01
Bélgica	10.141	16	504	50	0,03
Dinamarca	5.225	6	414	79	0,07
España	39.238	111	20.784	530	0,19
Finlandia	5.115	110	457	89	<0,01
Francia	58.251	188	7.204	124	0,04
Grecia	10.480	60	3.502	334	0,06
Irlanda	3.575	52	303	85	0,01
Italia	56.126	175	29.356	523	0,17
Países Bajos	15.534	91	957	62	0,01
Portugal	9.915	66	3.362	339	0,05
Reino Unido	58.204	145	2.974	51	0,02
Suecia	8.852	174	628	71	<0,01
Total UE	371.024	1.187	76.762	207	0,06

Tabla 91. Recursos y demandas consuntivas en la Unión Europea

última década se ha observado una cierta estabilización de estos valores.

El análisis de la figura 263 (elaborada con datos de EEA [1998]), donde se refleja la previsible evolución para el conjunto de países de la Unión del área total cultivada (secano+regadío), superficie total de regadíos, y demanda agrícola total, refleja que el área total cultivada tiende a disminuir, produciéndose un aumento en la producción agrícola total por aumento de la superficie destinada al regadío a costa de la de secano.

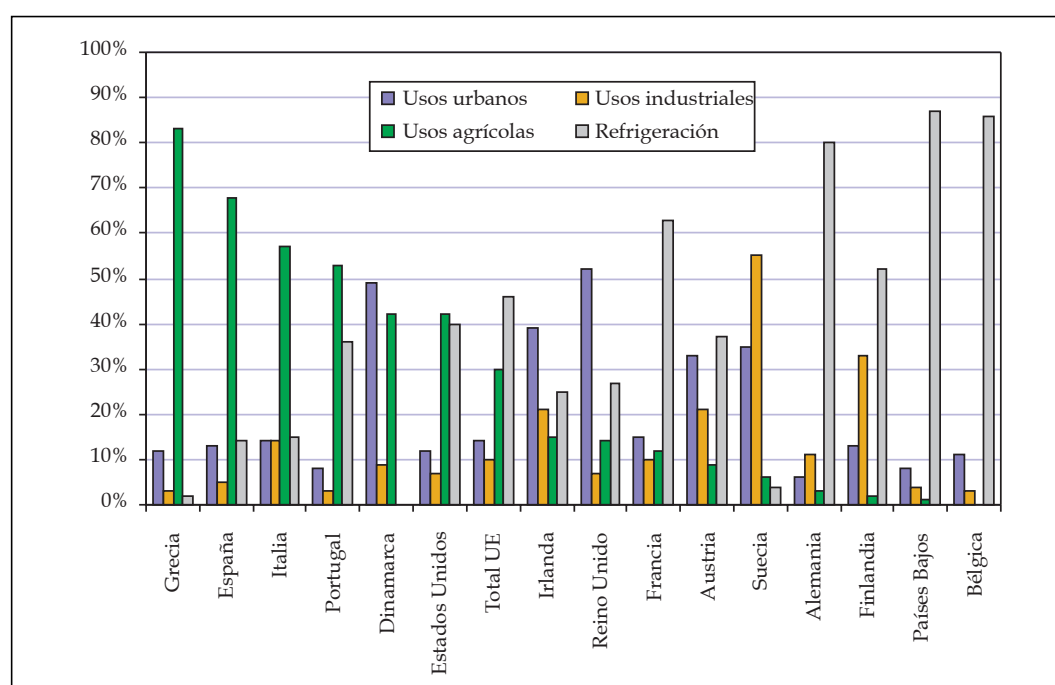
Las dotaciones de agua aplicadas en cada país a cada tipo de cultivo, obviamente dependen de éste, del

clima y del tipo de riego. En realidad, la importancia relativa del regadío es completamente diferente en los países mediterráneos, donde supone un elemento esencial de la producción total agraria, comparada con los países de la Europa Central, donde el regadío supone meramente una forma de mejorar la producción agraria en los meses de verano. Este hecho puede contemplarse en la tabla 93, donde se ha definido un valor de la dotación media como demanda total anual de agua para regadío entre superficie total de riegos, sin diferenciar entre distintos tipos de cultivos. Los valores correspondientes a Austria, Bélgica, Finlandia, Reino Unido y

Tabla 92. Uso sectorial del agua en la Unión Europea

País	% Usos urbanos	% Usos industr.	% Usos agrícolas	% Refrigeración
Alemania	6	11	3	80
Austria	33	21	9	37
Bélgica	11	3	0	86
Dinamarca	49	9	42	0
España	13	5	68	14
Finlandia	13	33	2	52
Francia	15	10	12	63
Grecia	12	3	83	2
Irlanda	39	21	15	25
Italia	14	14	57	15
Países Bajos	8	4	1	87
Portugal	8	3	53	36
Reino Unido	52	7	14	27
Suecia	35	55	6	4
Total UE	14	10	30	46
Estados Unidos	12	7	42	40

Figura 262. Usos sectoriales relativos del agua en distintos países de la Unión Europea y Estados Unidos



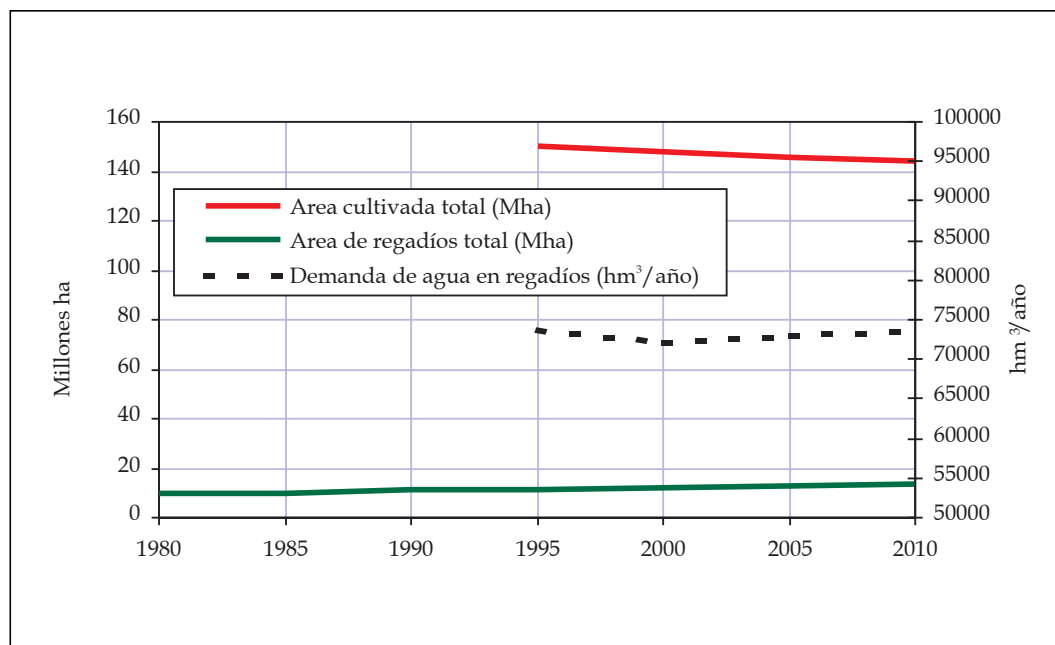


Figura 263. Evolución reciente y previsión de superficies agrarias y demandas de riego en la Unión Europea

Suecia son poco fiables, dada la pequeña cifra de superficie en regadío

3.4. EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA. ASIGNACIONES Y RESERVAS

3.4.1. Introducción. Conceptos básicos

Hasta aquí se han examinado los recursos hídricos naturales y disponibles, así como las distintas tipologías de demandas existentes. Todo ello desde una perspectiva que podría llamarse física, o de los conceptos técnicos, es decir, sin referencia alguna a cómo se materializan estos usos del agua en el plano legal e institucional.

Para comprender correctamente esta fundamental

cuestión es necesario retener algunos conceptos básicos que se pasa seguidamente a exponer.

Partiendo de un sistema de explotación existente cualquiera, formado por sus distintos componentes (demandas, orígenes de recursos, infraestructuras de regulación y transporte, captaciones de acuíferos...), el mecanismo por el que se imputa a una determinada unidad de demanda (p.e. una gran zona de riego, una mancomunidad de poblaciones que se abastecen conjuntamente mediante una potabilizadora común, un conjunto de huertas diseminadas en el mismo río...) un cierto volumen anual y una distribución mensual de agua de determinada calidad, y procedente de determinado origen (p.e. una derivación en un río, o un campo de pozos, o una toma en un canal, o una com-

País	Superficie de regadíos (1.000 has)	Dotación media (m³/ha/año)
Alemania	475	3.842
Austria	4	15.000
Bélgica	1	14.029
Dinamarca	481	800
España	3.437	7.010
Finlandia	64	1.245
Francia	1.630	3.017
Grecia	1.328	3.150
Italia	2.710	11.883
Países Bajos	565	224
Portugal	632	6.066
Reino Unido	108	15.932
Suecia	115	1.508
Total	11.641	6.351

Tabla 93. Superficies y dotaciones de regadío en algunos países europeos

binación de estos orígenes) es lo que se llama una *asignación* de recursos.

El mecanismo de asignación ha de partir, pues, de la correcta identificación de las necesidades hídricas de la correspondiente unidad de demanda, y, una vez identificada esta necesidad real, determinar de dónde ha de venir el agua para su correcta satisfacción, entendiendo por correcta satisfacción el adecuado cumplimiento del criterio de garantía que se haya establecido.

La asignación a esta demanda se transforma, pues, en una detracción del medio natural y en un retorno, parcial o total, instantáneo o diferido, con igual o distinta calidad, a este medio natural.

Por otra parte, para atender la asignación de recursos realizada es preciso, obviamente, contar con tales recursos. Esto se lleva a cabo mediante la correspondiente *reserva*, figura jurídica de gran importancia, y que se estudiará en epígrafes posteriores.

Nótese, pese a su evidente interrelación, las fundamentales diferencias existentes entre el concepto de asignación y el de concesión: ésta otorga el derecho a la utilización de las aguas, tiene un carácter completamente individualizado, y tiene un procedimiento y condiciones detalladas para su otorgamiento. Las asignaciones, por contra, no confieren por sí mismas derechos al uso de las aguas, tienen un carácter de mayor generalidad (por decirlo así, englobarían a muchas concesiones), y no tienen procedimiento formalmente reglado más allá de su obligado establecimiento en los Planes Hidrológicos.

Las asignaciones y reservas constituyen, pues, una suerte de cuenta intermedia entre la absoluta generalidad del cómputo agregado de recursos y demandas totales, y el completo detalle del listado concesional, y, por operar a esta escala intermedia, la de representación completa del sistema de explotación, establecen la vinculación de estos sistemas técnicos con la realidad jurídica de los usos del agua, constituyendo así un elemento jurídico-técnico esencial de la planificación hidrológica.

Por otra parte, este modelo conceptual opera sobre una realidad preexistente en la que existen ya asignaciones legales consolidadas, cuyo volumen puede o no ser coincidente con la verdadera necesidad, y obedecer o no a la realidad del presente. También coexisten en esta realidad aguas de titularidad pública con aguas privadas, en cuantías que no pueden, en modo alguno, ser ignoradas, y que deben considerarse en cualquier intento de ordenación. Existen también multitud de situaciones peculiares y complejas (derechos históricos, concesiones de sobrantes, concesiones en carterá, zonas regables sin concesión, etc.) cuya consideración y análisis se hace imprescindible si se pretende pene-

trar con un cierto rigor en el diverso mundo del aprovechamiento de las aguas.

En definitiva, un universo institucional y un sustrato administrativo complicados -y apasionantes- a los que dedicaremos los próximos epígrafes de este capítulo, y que constituyen, digámoslo ya, una de las piezas angulares básicas sobre las que habrá de construirse cualquier ordenación del futuro.

3.4.2. El derecho a usar el agua. La figura concesional

La pieza esencial de la construcción jurídica sobre la utilización y aprovechamiento de las aguas en España es la figura de la concesión administrativa. Su importancia es tal que requiere, siquiera brevemente, una consideración específica.

Desde la Ley de 1985, que suprimió la prescripción (uso ininterrumpido y pacífico durante años) como forma de adquirir el derecho al uso privativo de las aguas públicas, estos derechos solo pueden adquirirse por dos procedimientos: la concesión administrativa o una disposición legal. Mediante la concesión, la Administración otorga a un particular un derecho real al aprovechamiento de las aguas, en determinadas condiciones, por plazo determinado, usualmente mediante el abono de un canon, y siempre en aras de algún tipo de utilidad o interés público.

Recientemente se han suscitado numerosos e intensos debates sobre la pertinencia actual de esta figura, y sus posibles modificaciones con objeto de mejorar el sistema legal de acceso a los recursos hídricos. Privatizaciones, compra y venta de derechos, intercambios, mercados, bancos del agua... son cuestiones de gran actualidad y que solo pueden abordarse con rigor desde el conocimiento del concepto y regulación de las concesiones de aguas, y la reflexión sobre sus antecedentes históricos, sus virtualidades y sus posibles deficiencias.

3.4.2.1. Fundamentos y antecedentes históricos

No puede entenderse el concepto y fundamento de la concesión administrativa de aguas, tal y como tradicionalmente se ha concebido en nuestro país, y la compleja estructura organizativa e institucional actual de usos del agua, sin el conocimiento del devenir histórico que la ha configurado y predeterminado. Esto es así, por otra parte, en casi todos los órdenes de la actividad humana, pero en el caso del agua, y dado el especial peso que, como se ha dicho, tienen los aspectos organizativos e institucionales, resulta singularmente cierto.

Daremos, pues, un breve apunte sobre algunos aspectos históricos del uso de las aguas que, resaltando sus

rasgos más significativos, nos ayuden a entender la coyuntura del presente. Esta mirada atrás permite, además, ensanchar y relativizar nuestros actuales puntos de vista, y comprobar como muchas de las que nos parecen grandes novedades de nuestra época son en realidad viejísimos problemas, que simplemente retornan vestidos con un nuevo ropaje.

3.4.2.1.1. La condición patrimonial del agua en el medievo

Las aguas tuvieron siempre, en la Europa feudal, la consideración de bienes personales o patrimoniales. Siguiendo la exposición de Maluquer de Motes (1985), puede decirse que aparecen desde los primeros siglos medievales como pertenencias sujetas al dominio eminente del soberano, y, por tanto, sujetas a su derecho a disponer de las mismas. Como pertenencia regia, las aguas podían ser objeto de cesión, donación o alienación de dominio, a título de derecho privado, en beneficio de señores, monasterios, abadías, ciudades, u otras entidades, que alcanzaban de esta forma plena capacidad de decisión sobre ellas. Así, y mediante este mecanismo de traslación parcial de soberanía, los señores feudales asumieron derechos hereditarios de carácter dominical o patrimonial sobre las aguas.

Un rasgo importante de este régimen es que existía siempre una reserva de uso de las aguas mediante la cual el derecho señorial de *disponer* era compatible y complementario con el derecho de terceros a *usar*, coexistiendo así la propiedad *eminente* de los señores con la propiedad *útil* de otros, que podían gozar del agua de forma libre, gratuita y perpetua, aunque limitada solo a su uso, y sin la capacidad de disposición.

Con frecuencia, los dueños útiles del agua, plenos beneficiarios de su aprovechamiento, no eran particulares sino aldeas, comunidades o pueblos, de tal suerte que, como se señaló para la tierra, también para el agua el *elemento comunal se inserta en el señorial*, junto con los bosques, prados y tierras en los que se establecía la población. Además, y por la naturaleza de algunos aprovechamientos, el dominio útil comunal era objeto de cesión a particulares, aunque la comunidad conservase la titularidad de este dominio. La gratuidad del uso comunal del agua era generalizada, por lo que el posible acceso individual y excluyente por los vecinos, a costa de las aguas comunales, no se efectuaba a título oneroso, sino mediante presura o apriación, es decir, por el señalamiento de la apropiación y ocupación efectiva.

Nótese que este sistema comportaba una estructura con cuatro tipos de propiedad jerárquicamente relacionados: los derechos del soberano, los de los señores,

los de los pueblos, y los de los particulares. En ocasiones los señores retenían, además del dominio eminente que les correspondía en función del señorío, el dominio útil de las aguas, mientras que otras veces lo cedían a terceros mediante fórmulas diversas (enajenación de dominio, enfiteusis, donación, etc.).

Desde la baja Edad Media, y bajo la influencia romanista, la evolución del derecho tendió a modificar el régimen socioeconómico del agua a causa de las cada vez mayores atribuciones del soberano. La doctrina regalista, que entiende *regalía* como derecho reservado al rey sin sumisión a fin alguno, supuso para las aguas la creciente retracción de los dominios eminentes particulares en favor del soberano, pero esto no supuso un cambio sustancial de su régimen, que continuó siendo patrimonial, perteneciente al monarca.

En síntesis, el régimen feudal del agua en la sociedad preindustrial era muy complejo y dispar. El dominio eminente correspondía al soberano, pero también a los señores feudales e incluso a las comunidades municipales. El dominio útil podía ser retenido por los propios dueños eminentes o ser cedido a los pueblos, con lo que las aguas quedaban convertidas en bienes comunales (que pertenecen a todos), en cuyo caso podían mantenerse como bienes comunes puros -de todos los miembros del común- o transformarse en patrimoniales propios del municipio o personales de los vecinos. También podían cederse directamente a particulares (enajenación, enfiteusis o donación). A su vez, cualquier titular de propiedad eminente o útil podía donar, arrendar o ceder sus derechos a terceros, con lo que la amplia combinatoria posible dio como resultado final una muy compleja trama de interrelación y superposición de derechos, algunos de los cuales se perpetuaron durante siglos y dieron lugar a las viejas reglas consuetudinarias para la gestión del agua. Depositarias de una tradición ancestral, existen en nuestro país excelentes ejemplos de estas reglas (vid. p.e. Ruiz-Funes García, 1916), alguna de las cuales incluso ha subsistido en lo sustancial hasta nuestros días, apareciendo bajo la forma actual de ordenanzas de comunidades de regantes históricas y tradicionales.

Desde el punto de vista del desarrollo económico, el régimen feudal de patrimonialización de las aguas supuso una importante dificultad para el desarrollo de la práctica totalidad de actividades productivas ya que, al ser frecuentemente el agua un factor de producción, suponía un importante coste específico cuando no un total impedimento por su imposibilidad de acceso. La rigidez patrimonial supuso, pues, un importante obstáculo al crecimiento económico, aunque con diferencias territoriales, pues en Cataluña, Valencia y Baleares la accesibilidad era mayor y su aprovechamiento productivo superior al del resto.

Nótese cómo las rigideces jurídicas, que en nuestros días se invocan para propugnar reformas legislativas tendentes a un mejor uso del recurso, ya se plantearon en términos similares, aunque desde luego en un contexto muy distinto, hace quinientos años. La quiebra de aquel modelo se produjo como consecuencia de la revolución liberal, de la que arranca verdaderamente el moderno régimen de usos del agua en España, y en la que se consolidan las ideas básicas sustentadoras de esta ordenación.

3.4.2.1.2. Agua y revolución liberal

En el conjunto de Europa occidental, y especialmente en el área mediterránea, la demanda de agua aumentó rápidamente, de forma acelerada, a lo largo del siglo XVIII.

A ello contribuyeron los incipientes comienzos de la revolución industrial, la creciente urbanización, el desplazamiento de grandes contingentes de población activa desde el sector primario hacia el secundario y desde el campo a la ciudad, y la necesidad de mayor suministro de alimentos a esta población. Se vivió en definitiva una auténtica *fiebre del agua*, de la que existen en nuestro país excelentes testimonios históricos (véanse, como ejemplos, los trabajos de Pierre Vilar (1990) para la Cataluña del XVIII, o de Pérez Picazo y Lemeunier [1984, 1985] para Murcia).

Para responder a esta nueva situación fue necesario inducir cambios con respecto al régimen del agua que, superando su condición patrimonial, posibilitasen este desarrollo, y estos cambios vinieron de la mano de la revolución liberal.

Así, la abolición de la condición patrimonial del agua en España -podría decirse del *régimen tradicional*- se inició mediante dos importantes decretos de las Cortes de Cádiz, de 6 de agosto de 1811 y de 19 de julio de 1813 respectivamente. El primero suprimió el dominio eminente de los señores sobre las aguas cuyo dominio útil era de particulares, haciendo que pasasen a ser objeto de una propiedad plena en su beneficio, aunque respetándose los aprovechamientos comunes en razón de vecindad. Por el segundo se extendía esto a las aguas sujetas al Real Patrimonio (fundamentalmente las de Cataluña, Valencia y Baleares). De este modo, los titulares del dominio útil del agua recibían automáticamente el dominio directo y, en consecuencia, quedaban liberados de pagos o cargas por su uso.

3.4.2.1.3. La época moderna

Con la Ley de Aguas de 1879 la concesión administrativa de aguas para la ejecución y explotación de

aprovechamientos hidráulicos por la iniciativa privada, heredera de las despatrimonializaciones y liberalización del XIX, se perfeccionó y obtuvo un gran desarrollo. En ella se establecían:

- 1.- Concesiones para abastecimientos de poblaciones, otorgadas a empresas particulares, por 99 años, transcurridos los cuales revertirían todas al común de los vecinos, y previa fijación de una tarifa de precios.
- 2.- Concesiones para riegos, diferenciándose entre las hechas a sociedades o empresas para regar tierras ajenas en las que se limitaba el plazo concesional a 99 años, transcurridos los cuales las obras revertían a la comunidad de regantes; y las concesiones a los propietarios de las tierras que eran a perpetuidad. El pago del canon era obligatorio, los que rehusasen al pago quedaban obligados a vender sus tierras a la empresa concesionaria del canal. Además la ley ordenaba al Gobierno el reconocimiento de los riegos existentes, para que ningún regante desperdiciara el agua de su dotación y para evitar que las aguas torrenciales se precipitasen al mar, cuando otros usuarios las requieran, sin menoscabo de los derechos adquiridos.
- 3.- Otras concesiones: para canales de navegación, para barcas de paso o puentes flotantes para uso público, etc.

Esta ley fue desarrollada por diversas y dispersas normas reglamentarias, mereciendo destacarse la Instrucción de 14 de junio de 1883, el Real Decreto Ley de 7 de enero de 1927, y el Reglamento aprobado por Decreto de 14 de noviembre de 1958, que regularon el otorgamiento de concesiones, así como el régimen de Policía de Aguas y sus cauces y las autorizaciones en materia de aguas residuales, puentes, etc. A estas normas reguladoras de los distintos procedimientos se unieron otras de fomento, entre las que destacan el Real Decreto de 14 de junio de 1921, que al establecer, con carácter general, un plazo máximo de 75 años para las concesiones hidroeléctricas, lo elevaba a 99 años cuando implicaran la construcción de grandes embalses reguladores. También el Decreto de 10 de enero de 1947 facilitaba la ampliación de los saltos construidos para aprovechar mejor la regulación posterior de los ríos en los que se construyeron.

3.4.2.2. La situación actual

La Ley de 1879 fue derogada por la Ley de 1985, que respeta sustancialmente esta figura, introduciendo algunas matizaciones.

Así, y a título de ejemplos de rasgos significativos en la situación actual, puede apuntarse que el plazo máximo por el que se otorga una concesión es de 75 años, que la Administración no responde respecto de la posible disminución de los caudales concedidos, que el otorgamiento de las concesiones es discrecional y su prioridad es la establecida en los planes hidrológicos, que el recurso ha de destinarse al uso concedido sin que pueda ser aplicado a otros distintos ni a terrenos diferentes si se tratase de riegos, que la Administración concedente podrá imponer la sustitución de la totalidad o de parte de los caudales concesionales por otros de distinto origen con el fin de racionalizar el aprovechamiento del recurso, etc.

Es importante retener estas dos últimas cuestiones, pues apuntan a la posible flexibilidad de usos del agua sobre la que se viene hablando: en primer lugar, la imposibilidad de aplicar las aguas a otros usos distintos de los concedidos, y, en segundo lugar, que la Administración puede unilateralmente modificar la concesión imponiendo orígenes de agua distintos de los originales.

Asimismo, una cuestión de importancia es la relativa a los plazos de otorgamiento. En la Ley de Aguas de 1879 las concesiones para riego eran perpetuas, y fue la Ley del Patrimonio del Estado de 1964 la que estableció el plazo concesional máximo de 99 años, rebajado a 75 por la LA de 1985. La cuestión de si esta reducción de plazos podía suponer una ablación de derechos se planteó en la STC 227/1988 (Fund. 11), resolviéndose en el sentido de que la limitación temporal de los aprovechamientos perpetuos no es una privación de derechos sino *una nueva regulación de los mismos que no incide en su contenido esencial*. El problema se vincula con lo previsto en el art. 43.1.d. de la Ley de Aguas, al que nos referiremos en relación con los contenidos del Plan Hidrológico Nacional.

Por otra parte, hay que referirse a los sistemas de modificación, transmisión y revisión de las concesiones.

La modificación supone una alteración del contenido de la concesión, es decir, de los derechos y obligaciones que por la concesión se constituyen, exigiendo la ley la previa autorización administrativa del mismo órgano otorgante, con su correspondiente expediente.

En el caso de la transmisión, la ley hace una distinción sustancial, según se trate de la transmisión de los aprovechamientos de agua que impliquen un servicio público o la constitución de gravámenes sobre los mismos, o bien se trate de otro tipo de concesiones. En el primer supuesto se exige autorización administrativa previa, mientras que en el segundo sólo será necesario acreditar la transferencia.

Finalmente, el sistema de revisión de concesiones prevé tres supuestos en los que ha de llevarse a cabo:

1. Cuando se hayan modificado los supuestos determinantes de su otorgamiento. Se considerará que tal circunstancia se produce cuando las circunstancias objetivas que sirvieron de base para el otorgamiento de la concesión, hayan variado de modo que no sea posible alcanzar sustancialmente la finalidad de la concesión.
2. En casos de fuerza mayor a petición del concesionario.
3. Cuando lo exija su adecuación a los Planes Hidrológicos.

Es indudable que estos preceptos proporcionan, al menos en teoría, una construcción jurídica formalmente suficiente para abordar las importantes transformaciones (revisión de situaciones históricas, adecuación de consumos a necesidades, flexibilización de rigideces de uso, adaptabilidad a circunstancias cambiantes, etc.) exigidas por el momento presente. No obstante, es necesario constatar un hecho de fundamental importancia, y es que, en la práctica, todos estos cambios jurídico-formales no parecen haber tenido impactos apreciables en la gestión de los derechos sobre las aguas, pudiendo afirmarse que las posibilidades que ofrecen no han tenido hasta el momento aplicación práctica ni incidencia real alguna.

Es necesario reflexionar colectivamente sobre las razones de esta ineficacia práctica, y extraer las oportunas consecuencias. ¿Se trata de una deficiencia o dificultad de la normativa reguladora, de falta de interés por parte de los concesionarios, de dificultades de gestión de la Administración hidráulica? Solo tras la identificación y diagnóstico del problema puede procederse con solvencia a diseñar el camino para su solución.

Es indudable que uno de los factores coadyuvantes ha sido la ausencia de planificación hidrológica. Esta ausencia ha hecho que no existiese una referencia formal de las asignaciones de recursos a los usos actuales, y, en consecuencia, no existiese fundamento técnico y jurídico firme para proceder a la revisión. No obstante, hay dudas sobre el hecho de que, tras la aprobación de los Planes, la Administración hidráulica tenga los medios suficientes para abordar este muy complejo y laborioso proceso.

Además de estas circunstancias, existen situaciones de aprovechamientos sin inscripción (muchos de ellos resultado de iniciativas de la propia Administración, que se limitó a la ejecución de las obras, y no fue capaz de culminar los expedientes administrativos), incompleta definición de aprovechamientos (incluso de los ya

inscritos), imprecisión de los derechos poseídos (en especial en los aprovechamientos históricos), desinterés o desidia de los usuarios para completar sus expedientes, deficiente aplicación de las disposiciones transitorias de la Ley, etc. ... cuestiones todas de gran importancia, que desarrollaremos en próximos epígrafes de este libro, y que aconsejan una profunda y radical reflexión sobre este modelo, su virtualidad actual, y, en su caso, las posibles líneas maestras de su reforma.

3.4.2.3. Concesiones de aguas y planificación hidrológica. La revisión concesional

Como ya se ha apuntado, la conexión entre los Planes Hidrológicos y las concesiones de aguas es muy estrecha, y no sólo porque venga ampliamente respaldada por determinados artículos de la Ley de Aguas de 1985, sino porque podría afirmarse que la esencia misma de los planes es la concreción de las posibilidades de uso del recurso en un determinado período, así como la consagración de los derechos preexistentes o bien su modificación, definiendo los criterios o condiciones bajo las cuales debe regirse el sistema de concesiones, y siempre en aras del interés general. Específicamente, el artículo 40.c de la Ley de Aguas señala entre los contenidos de los Planes Hidrológicos de cuenca los criterios de prioridad y de compatibilidad de usos, así como el orden de preferencia entre los distintos usos y aprovechamientos.

Esta relación puede verse asimismo en el artículo 57.3, conforme al que *Toda concesión se otorgará según las previsiones de los Planes Hidrológicos, con carácter temporal y plazo no superior a setenta y cinco años*. Pero, además, el orden de preferencia entre concesiones debe ser regulado en los Planes Hidrológicos de cuenca, estableciéndose además que dicha preferencia definida por el Plan puede dar lugar a la expropiación forzosa, ya que el artículo 58.2, dice que *toda concesión está sujeta a expropiación forzosa... a favor de otro aprovechamiento que le preceda según el orden de preferencia establecido en el Plan Hidrológico de cuenca*.

Con parecido sentido revisor insiste la Ley al considerar que las concesiones podrán modificarse para ajustarlas a los Planes Hidrológicos (art. 63), los que se podrán revisar en cualquier momento de acuerdo con el Art. 110 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica y necesariamente cada 8 años según este artículo. Sin embargo, en este caso deberán ser indemnizados, pero dichas indemnizaciones se regularán por la Ley de Expropiación Forzosa, cuya aplicación por la Administración se viene haciendo a través del excepcional procedimiento de urgencia (art. 52 de la LEF).

Así como señala el art. 63, el Plan será el instrumento de aplicación del régimen legal de las concesiones, haciendo que el orden de preferencias de los aprovechamientos ya no sea tan rígido como en las leyes de 1866-1879, sino que dependerá de lo que se establezca en el Plan, con la lógica limitación de que el abastecimiento de población deberá ocupar siempre el primer lugar. No obstante, la Ley establece un orden de preferencia (art. 58), de carácter supletorio que, comparado con el de la legislación anterior, potencia los usos industriales -en especial la producción de energía eléctrica y la acuicultura- y recoge los usos recreativos, manteniendo -con dudoso fundamento- la preeminencia sobre ellos de los regadíos.

Un importante problema que puede plantearse es si la situación jurídica de los particulares frente a la Administración no se ve esencialmente alterada por la existencia de Planes Hidrológicos o de aprovechamientos de aguas. Ante todo, cabe considerar el principio básico en el régimen de dominio público de que los particulares no tienen un derecho subjetivo al aprovechamiento privativo de estos bienes.

Por tanto, los Planes Hidrológicos, por su carácter parcial de instrucciones internas de la Administración respecto a los particulares, tienen un valor informativo de la política de la Administración, que en el plano jurídico se concreta limitando la discrecionalidad administrativa en el otorgamiento de concesiones. Ello no implica, desde luego, un reconocimiento por los Planes de derechos subjetivos, tal y como expresamente se recoge en el artículo 38.3 de la Ley: *Los Planes Hidrológicos... no crearán por sí solos derechos en favor de particulares o entidades*.

Sin embargo, también hay que señalar lo que la doctrina denomina *vinculación negativa del plan*, es decir, que la Administración no está obligada a conceder aprovechamientos porque los particulares no disponen de un derecho exigible, pero, al mismo tiempo, la Administración no puede otorgar concesiones que contradigan lo dispuesto en el plan.

3.4.3. La inscripción de derechos. Los registros administrativos de aguas

Los registros administrativos no son en esencia sino una de las formas básicas -y sin duda de las más importantes- de protección del dominio público. Ello es así en cuanto que proporcionan a la Administración información sobre el estado de los bienes demaniales, y los aprovechamientos de que son objeto por los particulares. Su finalidad es, pues, favorecer la seguridad jurídica, constituir un medio de prueba, y dispensar protección a los aprovechamientos en ellos inscritos.

Así concebida la cuestión registral, es obvio que su relevancia, en el campo de las aguas, es máxima: huelga toda otra consideración sobre la gestión hidráulica y la protección del dominio si esta función esencial (saber quién tiene derecho al uso de las aguas, en qué cuantía, y de qué forma) no se desempeña -como lamentablemente es el caso- de forma plenamente satisfactoria. A comentar este fundamental problema, sus antecedentes, y la situación y problemas actualmente planteados se dedican los párrafos que siguen.

3.4.3.1. Antecedentes

El único antecedente significativo del actual Registro de Aguas es el Registro de Aprovechamientos de Aguas Públicas creado por R.D. de 12 de abril de 1901. La finalidad de este antiguo registro, de carácter obligatorio y declarativo, era que se inscribiesen en él todos los aprovechamientos privativos de aguas públicas, tanto con origen concesional como por prescripción, de forma que la Administración pudiese tener constancia efectiva de los derechos de los diferentes usuarios a la utilización de las aguas, y se dispusiese ordenadamente de la información relativa a constitución, modificación y extinción de los aprovechamientos, para, en palabras del preámbulo de la disposición, *evitar abusos y la pérdida de la riqueza que el agua representa*.

Es evidente que la necesidad de registro y control viene dada por la percepción de un problema nuevo: se multiplican los aprovechamientos de aguas y los conflictos sobre estos aprovechamientos, y se comienza a percibir el agua como un bien limitado, para cuyo acceso ha de acreditarse la existencia de caudales disponibles, aún no comprometidos por otro usuario preexistente. Difícilmente podría realizarse esta acreditación sin una cierta estadística de usos y de recursos (es decir, de *registro y aforo*), cuya necesidad sistemática ya es percibida, como se ve, a comienzos de siglo. Lamentablemente, y como se expone en otros epígrafes, ambas antiguas preocupaciones siguen aún latentes, y nos encontramos a final de siglo sin haber resuelto de forma plenamente satisfactoria estos dos problemas planteados a su comienzo.

3.4.3.2. Evolución. Aprovechamientos inscritos, clandestinos y abusivos

Como se ha indicado, desde la creación del antiguo Registro la inscripción fue obligatoria, ya que la no inscripción llevaba aparejada la declaración de aprovechamiento *abusivo*. Sin embargo, hasta 1941 (cuarenta años más tarde) no se habilitó a la Administración para imponer sanciones, y esta habili-

tación no tuvo demasiada utilidad al irse condonando por disposiciones posteriores las sanciones recaídas.

El resultado de este proceso fue que los aprovechamientos de aguas públicas existentes y no inscritos llegaron a ser tan numerosos que el propósito inicial del legislador de declararlos ilegales se hizo irrealizable. Tras una larga y contradictoria serie de sentencias judiciales sobre estos problemas, los aprovechamientos no inscritos se calificaron, en un fundamental dictamen del Consejo de Estado, como *clandestinos*, entendiéndose que eran aprovechamientos legítimos ya que la falta de inscripción podía ser subsanada con la mera presentación del título administrativo cuando se tratase de una concesión.

Es interesante constatar la diferencia entre ambos conceptos, pues así como un aprovechamiento abusivo posee una irregularidad de fondo (sin título, no legitimado por concesión ni antigua prescripción ni ley), un aprovechamiento clandestino solo presenta una irregularidad formal (la no inscripción en el registro, pese a contar con título habilitante), que no afecta al contenido del derecho que ostenta el usuario, sino únicamente al buen orden y control administrativo.

El antiguo Registro estaba formado por un Registro central, dependiente de la Dirección General de Obras Públicas, y unos Registros provinciales dependientes de las correspondientes Jefaturas de Obras Públicas. El primero no llegó a ponerse en marcha hasta la reforma realizada en 1963 (disposiciones de 24 de Julio y 23 de noviembre), por la que se crea el Registro Central de aprovechamientos de aguas públicas, dependiente de la Dirección General de Obras Hidráulicas, y en el que se recogieron las inscripciones existentes en los distintos libros -unas 45.000 procedentes de Gobiernos Civiles, Jefaturas de Obras Públicas, Servicios Hidráulicos, Jefaturas de Aguas, Confederaciones Hidrográficas y Comisaría de Aguas- (Pérez Pérez y Reverte [1991] p.366; Maestre Rosa [1969] p.106). Este Registro central era el único que gozaba del carácter de fedatario público.

Una vez trasladados al Registro central todos los aprovechamientos aludidos, de los que había constancia, hubo que actualizar las inscripciones para adecuarlas a la realidad extraregistral, para lo que se promulgó la Orden de 29 de abril de 1967, que habilitó los oportunos procedimientos de revisión. El actual artículo 148 RDPH es el heredero de aquellas determinaciones (del Saz [1990] p.295).

Los resultados finales de todo este proceso no pueden calificarse, pese al intenso esfuerzo realizado, como positivos. El desinterés de los usuarios por declarar sus aprovechamientos, previendo posibles sanciones o

imposiciones tributarias, los costes económicos del procedimiento, para cuyo alivio llegó el legislador a conceder exenciones fiscales en las actas de notoriedad para las inscripciones, (Maestre Rosa [1969] pp.48), la apatía regante ante estos requerimientos administrativos, y los problemas materiales derivados de la gran parcelación y complejidad de los predios afectados, hicieron que, como se ha indicado, el resultado final no fuese plenamente satisfactorio.

Además del reducido número de expedientes, era frecuente que las inscripciones de los antiguos regadíos se hiciesen con caudales grandes y estimativos, o incluso inscribiendo *todo el caudal del río*, lo que puede comprenderse considerando los procedimientos de aforo y concesionales del pasado, orientados a perpetuar las antiguas apropiaciones y privilegios de los ríos con fuertes estiajes en los que era preciso regar simultáneamente por muchos propietarios en las épocas en que el río tenía caudales suficientes.

Por otra parte, en los expedientes para aprovechamiento de aguas era requisito imprescindible su aforo cuando existiesen con anterioridad otras concesiones, pero nunca era necesario el aforo de caudales de estiaje para conceder aguas invernales, primaverales o torrenciales que no estuviesen aprovechadas en terrenos inferiores, lo que dio lugar con el paso del tiempo a una situación de desajustes estacionales entre las cuentas de los recursos disponibles y las cuentas de las aguas concedidas.

Además, es importante comprender que, al margen de las actuales y coyunturales dificultades de aplicación de las disposiciones transitorias de la Ley de Aguas, los derechos concesionales otorgados e inscritos al amparo de la antigua Ley de 1879, es decir, la inmensa mayoría de los existentes, no pueden considerarse, con la perspectiva actual, como *derechos bien definidos*, pues, dado que la Ley ordenaba el uso de aguas fluyentes, no reguladas, en general solo se inscribía el caudal máximo concedido en la toma, y no su volumen anual ni su modulación mensual.

Pese a todas estas deficiencias es justo reconocer que, con grandes dificultades, consiguió constituirse un Registro central con valor frecuentemente indicativo en cuanto a las situaciones históricas, y, sin ninguna duda, de gran calidad en cuanto a las nuevas concesiones que se otorgaron desde aquellos años.

Además del Registro de Aprovechamientos de Aguas Públicas, por Decreto de 23 de agosto de 1934 se instauró un Registro de Manantiales para aguas privadas de manantiales y pozos, que dio lugar una interesante jurisprudencia en el Tribunal Supremo cuyo análisis permite entender mejor la extraordinaria expansión de

las aguas subterráneas en España en las últimas décadas (v. Moreu Ballonga [1996] pp.260-273).

3.4.3.3. La nueva regulación de 1985. Las vinculaciones con otros Registros públicos

Conociendo todos estos viejos problemas, y en un intento por superarlos, el legislador de 1985 concibió un nuevo Registro de Aguas contemplando la inscripción con carácter obligatorio y, para evitar los problemas que en la práctica se presentaron con el antiguo Registro de Aprovechamientos, previendo que la inscripción se haga de oficio por la propia Administración, que podrá imponer multas coercitivas a quienes siendo titulares de aprovechamientos de aguas públicas o privadas no procedan a su inscripción (es decir, permitiendo la sanción a aprovechamientos clandestinos, aunque no sean abusivos).

La inscripción en el Registro de Aguas es declarativa, y su falta no supone ilegalidad o inexistencia del derecho de aprovechamiento (que obviamente confiere el título habilitante y no la inscripción), sino privación de la protección registral por clandestinidad.

Frente al carácter meramente administrativo del antiguo registro, que sólo tenía finalidad estadística, el actual registro podría considerarse en cierto modo un registro jurídico, pues sirve como medio de prueba y otorga protección específica a quienes se inscriben, pese a la intensa controversia doctrinal sobre el verdadero alcance, significado y eficacia de esa protección (véase, p.e., Moreu Ballonga [1996] pp.639-721; Martín Retortillo [1997] pp. 155-157; del Saz [1990] pp. 296; Alcaín Martínez [1994] pp.235-265; Pérez Pérez [1998] pp. 173-203; Caro-Patón [1997] p.347). Su importancia ha sido confirmada por la STC 227/1988, al declarar que el Registro de aguas ha de ser considerado como *básico*, por ser un *elemento esencial del sistema de concesiones administrativas sobre los aguas, en cuanto instrumento indispensable de garantía de las mismas*.

Asimismo, la nueva regulación ha suprimido el Registro Central al encomendar a cada Organismo de cuenca intercomunitario la organización de un Registro de Aguas con los aprovechamientos que tengan la toma dentro de su ámbito territorial. Únicamente se mantiene, por razones cautelares, la exigencia de un duplicado de todos los Registros de Aguas en el Ministerio de Medio Ambiente, duplicado en estos momentos inexistente.

Por otra parte, aunque se haya denominado Registro de Aguas, el registro contemplado en la nueva ley es realmente un registro de *aprovechamientos* de aguas (González Pérez et al. [1987] pp.526; Quintana Petrus

[1992] p. 131). Los derechos que se reflejan no se refieren exclusivamente al uso del agua, sino que definen a la vez el uso y destino de los recursos sobre el que recaen. No cabe concebir aprovechamientos de agua en abstracto, pues siempre lo son por vinculación con otro bien: tierra en el regadío, industrias en estos usos, instalaciones de generación en la hidroelectricidad, etc.. Esto hace que el registro de aguas no pueda ser autónomo en sí mismo, sino que esté relacionado con los otros registros en que se inscriben aquellos bienes con los que el agua está vinculada. La estrecha relación conceptual y jurídica entre Registro de Aguas y Registro de la Propiedad aparece así revelada con absoluta claridad, aunque en la práctica no exista relación material alguna ni intercambio de información entre ambos.

Ante esta realidad, y puesto que de hecho todas las situaciones jurídicas de aguas públicas y privadas inscribibles en los registros de aguas (excepto las reservas contempladas en los Planes Hidrológicos) son susceptibles de inscripción en el Registro de la Propiedad (Pérez Pérez y Reverte Navarro [1991]; Pérez Pérez [1998]), en ocasiones se ha planteado la posibilidad de que el registro de aguas se incorporase al registro de la propiedad, siendo absorbido por éste. Sin perjuicio de que pueda estudiarse esta posibilidad, la realidad es que el elemento sustantivo vertebrador del registro de la propiedad es la *finca*, y el agua se ha resistido siempre a su configuración jurídica como finca, por presentar unas peculiaridades (aleatoriedad, movilidad, interrelación, degradación, etc) que requieren un tratamiento específico, y ello sin perjuicio de que la llevanza material del registro de aguas pudiera encomendarse, en su caso, al registro de la propiedad

Parece claro, por tanto, que el correcto enfoque de la cuestión se basa en considerar el carácter *complementario* de ambos registros (Pérez Pérez, 1995), analizar las posibilidades de su interrelación, y emprender las necesarias actuaciones y reformas jurídico-administrativas, en la seguridad de que nos encontramos ante una cuestión de importancia estratégica.

Además, los excepcionales avances producidos en el campo de la informática, las redes de comunicaciones, y los sistemas computacionales de información geográfica y catastral permiten abordar el problema desde ópticas enteramente nuevas y con recursos tecnológicos extraordinariamente poderosos. Es necesario (y resultará inevitable) que el mundo de las regulaciones y de la praxis administrativa incorpore a corto plazo y gradualmente estos avances técnicos si se desea mejorar sustancialmente la eficacia de su actividad.

3.4.3.4. La situación actual

Tras 13 años de la promulgación de la LA, la situación registral de los aprovechamientos es la resumida en la tabla 94.

Como puede verse, la situación es muy desalentadora. De un total de más de medio millón de aprovechamientos estimados en las cuencas intercomunitarias, solo están declarados algo más de la mitad, y de ellos solo están inscritos algo menos de la mitad.

Sin perjuicio de que algunas estimaciones arrojan cifras mucho mayores para el número de aprovechamientos existentes (específicamente en las aguas subterráneas), y de que existe un gravísimo déficit de inscripción en el catálogo de aguas privadas (solo el 8% de los estimados), las aguas superficiales, usualmente consideradas como mejor caracterizadas desde el punto de vista jurídico, presentan solo un 60% de inscripciones frente al total estimado, y de este total de inscripciones dos tercios proceden del antiguo Registro de Aprovechamientos y permanecen aún sin la preceptiva revisión de características (D.T. 7ª L.A.) previa a su traslado al nuevo Registro de Aguas.

En la tabla 95 y la figura 264 se detalla la situación registral de los aprovechamientos de aguas superficiales, desagregada según las diferentes cuencas. En la tabla 96 y la figura 265 se detalla la situación registral de los aprovechamientos de las aguas subterráneas.

Aguas superficiales	Estimados	Declarados	Inscritos	
			Revisados	
			Sin revisar	
			Posterior a 1/1/86	
Total	88.900	80.700		7.902
				35.898
				9.132
				52.932
Aguas subterráneas				
Aguas. públicas (post. a 1/1/86)	27.150	15.650		4.206
Menores de 7.000 m ³	129.592	56.642		18.005
Aprovechamientos temporales	98.922	98.922		70.300
Catálogo de aguas privadas	203.302	73.489		16.510
Total	458.966	244.703		109.021
Total	547.866	323.403		161.953

Tabla 94. Síntesis de la situación registral de los aprovechamientos de aguas

Este problema del conocimiento de los aprovechamientos concedidos, y su posible revisión y actualización plantea, como se ha dicho, importantes dificultades. El programa ARYCA, desarrollado por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, persigue mejorar esta situación, subsanando las carencias señaladas.

Seguidamente se comentan algunas situaciones sectoriales representativas, que ayudan a entender y acotar el problema.

3.4.3.4.1. Abastecimientos a poblaciones

Después de la guerra civil, las Confederaciones Hidrográficas intensificaron su colaboración con los Ayuntamientos en la redacción y en la ejecución de los proyectos y obras para el abastecimiento y saneamiento de las poblaciones que, como es lógico, se consideraban actuaciones de gran interés público. Esta ayuda singular tenía su razón de ser en las generalizadas carencias técnicas y financieras de las Corporaciones

de la época (con las excepciones de las grandes ciudades) para abordar dichos proyectos. En cualquier caso, puede entenderse que, en aquel contexto, la redacción del proyecto y la ejecución de las obras (la *traída de aguas*) tuviese mucha más importancia que regular la situación administrativa de estas actuaciones

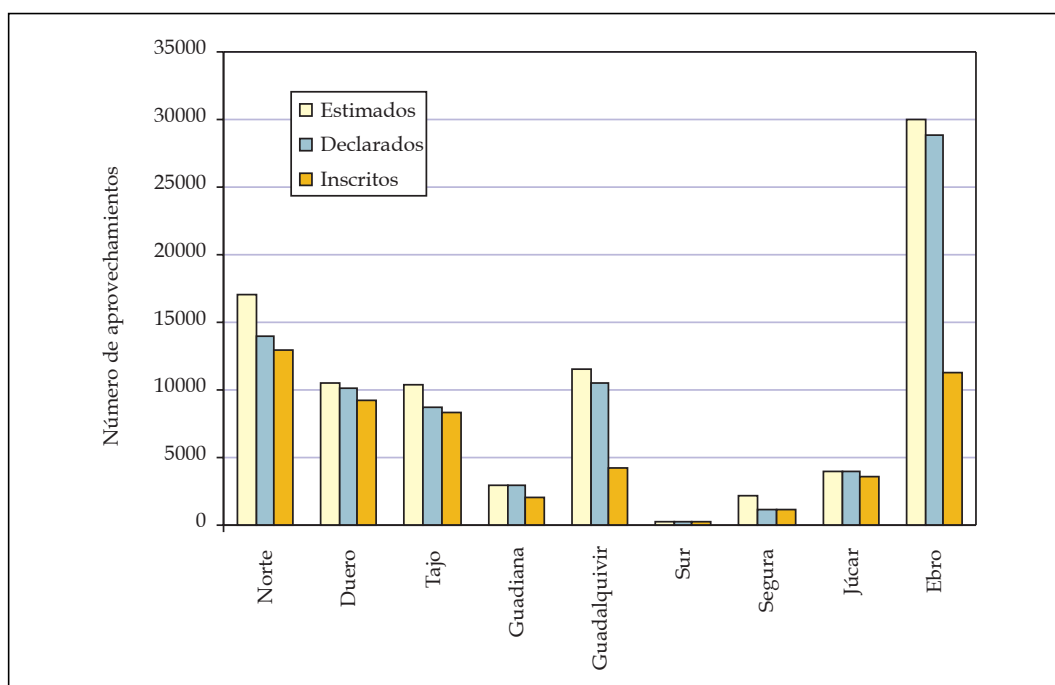
Así, el proceso ordinario que hubiese debido seguirse (solicitud a la Administración hidráulica por el Ayuntamiento interesado, redacción de un proyecto que debe ser aprobado por esta Administración, obtención de la preceptiva concesión administrativa, y ejecución de las obras) se empezaba usualmente por el final, dejándose como último trámite el legalizar la situación administrativa de algo que ya había sido construido. Por ello, al día de hoy no son muchos los abastecimientos de agua de núcleos importantes de población que disponen de la oportuna concesión administrativa.

Dado que el uso de abastecimiento es prioritario, podría pensarse en regularizar esta situación con una cierta facilidad. Se quiere señalar, sin embargo, un

Tabla 95. Situación registral de los aprovechamientos de aguas superficiales en las cuencas intercomunitarias

Cuenca	Fecha	Estimados	Declarados	Inscritos
Norte	Abril 1997	17.000	14.000	13.000
Duero	Marzo 1995	10.500	10.100	9.250
Tajo	Abril 1997	10.400	8.700	8.272
Guadiana	Marzo 1995	3.000	3.000	2.000
Guadalquivir	Abril 1997	11.500	10.500	4.260
Sur	Marzo 1995	300	300	200
Segura	Abril 1997	2.200	1.200	1.100
Júcar	Marzo 1995	4.000	4.000	3.550
Ebro	Marzo 1995	30.000	28.900	11.300
Total		88.900	80.700	52.932

Figura 264. Situación registral de los aprovechamientos de aguas superficiales en cuencas intercomunitarias



inconveniente que puede surgir al iniciar el proceso administrativo: es posible que estos caudales para abastecimiento deban ser retraídos (ya lo fueron en su momento) de concesiones otorgadas con anterioridad a ellos. De acuerdo con las legislaciones vigentes era y es posible hacerlo, pero los concesionarios afectados podrían acaso reclamar indemnización. Quizá esta sea una de las razones por las que los Ayuntamientos no se han sentido incentivados a iniciar el procedimiento legal. La posible solución a estas dificultades se apunta más adelante, al analizar la compleja e interesante cuestión de los derechos históricos.

3.4.3.4.2. Regadíos

Cabría diferenciar a estos efectos tres tipos de situaciones distintas:

Regadíos del Estado, o de iniciativa pública

Como ya se comentó, el proceso por el cual se ha desarrollado el regadío de iniciativa estatal en España

ha consistido en proyectar y construir las obras de regulación necesarias para garantizar los caudales de riego, y a continuación organizar las zonas regables, ejecutándose estas actuaciones mediante planes coordinados entre el IRYDA y la DGOH. La mayoría de los usuarios del agua de estas instalaciones no disponen de concesión administrativa, dada la dificultad que existía para otorgar las mismas antes de tener terminadas las obras de regulación citadas, y la poca disposición de las Confederaciones, preocupadas por ejecutar las obras, a tramitar los correspondientes expedientes ante las Comisaría de Aguas. El simple hecho de que se tratara de obras de iniciativa estatal hacía pensar a muchos -equivocadamente- que ésto las situaba dentro de la legislación vigente.

Regadío privado con aguas superficiales

Podemos situar dentro de este grupo al denominado regadío tradicional y al regadío de reciente iniciativa privada. La panorámica administrativa del regadío tradicional oscila entre no tener ninguna autorización ni

Cuenca	Fecha	Estimados	Declarados	Inscritos
Norte	Abril 1997	27.350	21.850	21.050
Duero	Marzo 1995	88.050	59.150	42.800
Tajo	Abril 1997	97.322	12.422	9.579
Guadiana	Marzo 1995	64.000	31.500	15.600
Guadalquivir	Abril 1997	65.444	61.831	3.668
Sur	Marzo 1995	24.000	18.600	4.800
Segura	Abril 1997	20.350	4.500	2.574
Júcar	Marzo 1995	20.100	20.000	350
Ebro	Marzo 1995	52.350	14.850	8.600
Total		458.966	244.703	109.021

Tabla 96. Situación registral de los aprovechamientos de aguas subterráneas en las cuencas intercomunitarias

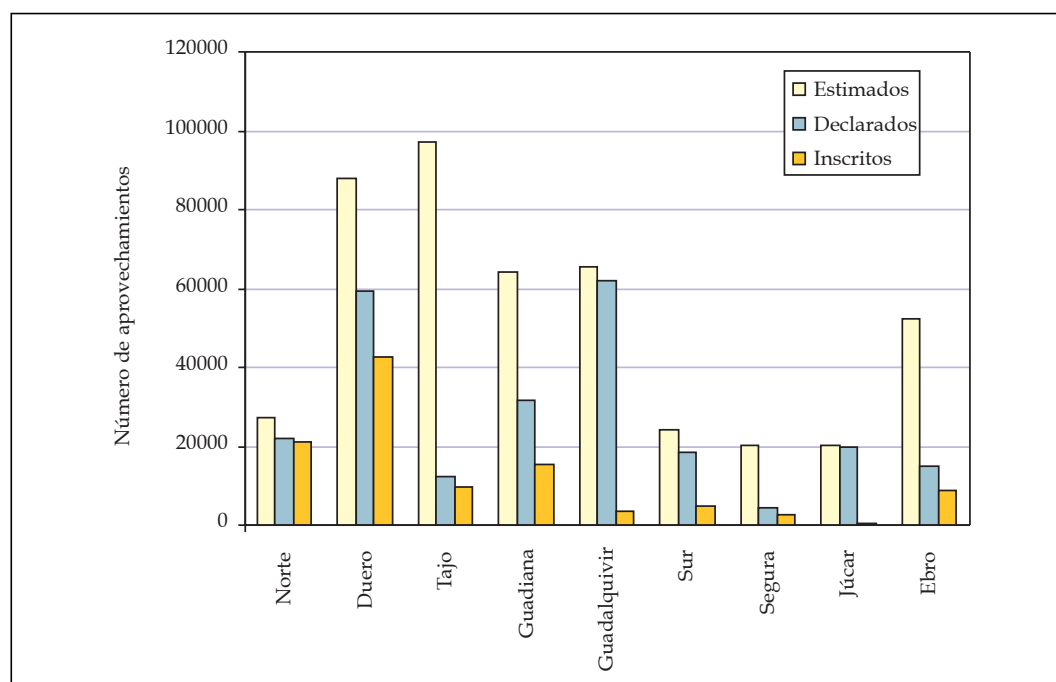


Figura 265. Situación registral de los aprovechamientos de aguas subterráneas en cuencas intercomunitarias

concesión otorgada de hecho y regirse simplemente por la costumbre, a tener legalizadas por prescripción sus instalaciones (mediante usucapión, o apropiación por el uso), o tener inscripciones antiguas, manifiestamente desviadas de la realidad actual.

La prescripción, suprimida con la Ley vigente, no demandaba como necesario redactar el oportuno documento técnico (proyecto aprobado), por lo que en estos aprovechamientos se suele hablar sólo de caudal instantáneo o, a lo sumo, de caudal anual, sin mayores determinaciones, no conociéndose ni habiéndose aprobado por la Administración hidráulica ningún documento en que se especifique (arts. 110 y ss. del RDPH) cómo se utilizan realmente estos caudales (justificación de caudal otorgado). Volveremos a esta crucial cuestión más adelante, al referirnos a la cuestión de los derechos históricos.

Regadío privado con aguas subterráneas

El rasgo fundamental que caracteriza a estas situaciones es el de la enorme cantidad de aprovechamientos y la dificultad que plantea su conocimiento y control, máxime si se considera su carácter territorialmente disperso y económicamente dinámico.

La asunción de esta nueva competencia por la Administración hidráulica, y el mecanismo establecido en las Disposiciones Transitorias de la Ley de Aguas, ha dado lugar a una compleja y grave situación en la que, como se vio, los mecanismos previstos no se han mostrado muy eficaces, bien por una evidente insuficiencia de medios, o bien -como a veces se ha sugerido- por su propia dificultad o inviabilidad intrínseca (Moreu Ballonga [1990]; Alcaín Martínez [1994]).

3.4.3.4.3. Aprovechamientos hidroeléctricos

Los aprovechamientos hidroeléctricos y las instalaciones de producción de energía eléctrica en España se han desarrollado, en general, por iniciativa del sector privado. El objetivo era, lógicamente, lograr la mayor economía y aprovechamiento integral del recurso, aprovechamiento cuya viabilidad analizaban y programaban los correspondientes servicios del antiguo Ministerio de Obras Públicas.

El proceso que se seguía, con carácter general, era plantearle a la Administración hidráulica, desde el punto de vista hidroeléctrico, el aprovechamiento de desniveles y caudales -o de caudales para uso consuntivo en el caso de las centrales térmicas convencionales y de las nucleares-, aprovechamiento cuya compatibilidad y viabilidad era, como se ha dicho, estudiada por esta Administración y, en su caso, otorgada la con-

cesión correspondiente, bien como concesiones específicas para cada instalación, o bien mediante el procedimiento de otorgar una concesión integral para aprovechar un tramo, o varios tramos, de una cuenca hidrográfica que a continuación se dividía en varias instalaciones.

Merece la pena también citar la estrecha relación que suele haber entre caudales regulados por instalaciones hidroeléctricas y usos de refrigeración en centrales térmicas y nucleares. Dados los problemas comerciales que ha tenido el uso de la energía eléctrica en España, ha sido posible compatibilizar estos usos al tratarse o bien del mismo propietario (la misma compañía eléctrica), o bien de compañías eléctricas creadas por las grandes empresas para explotar instalaciones concretas.

Por otro lado, existen las centrales hidroeléctricas instaladas en obras construidas por el Estado (usualmente en los pies de presas). En estos casos, también se han otorgado las oportunas concesiones amparándose en los concursos celebrados de acuerdo con lo previsto, tanto en la legislación vigente (art. 132 del RDPH) como en la ya derogada. En síntesis, puede decirse que las grandes instalaciones hidroeléctricas poseen todas su oportuna concesión administrativa.

Distinto es el caso de muchas pequeñas centrales -y otros aprovechamientos-, con tomas en cauces secundarios o canales, que no disponen de ningún tipo de autorización desde el punto de vista del aprovechamiento del agua, aunque en ocasiones la Administración hidráulica conozca sus datos de explotación, y dispongan de autorización administrativa previa, desde el punto de vista de Industria, para la construcción y explotación, aprobación del proyecto de ejecución, y certificación de puesta en marcha.

El que se hayan iniciado expedientes para la regularización de estos aprovechamientos no autoriza su explotación, y alegar su funcionamiento pacífico y continuado por más de veinte años (fundamento de la prescripción) no legitima este funcionamiento, entre otras razones porque cuando se han dado plazos para legalizar estas situaciones los propios interesados no han hecho uso (actas de notoriedad) de la posibilidad de regularización que se les estaba ofreciendo. Súmese a ello, en sentido contrario, la necesidad de iniciar expedientes de caducidad de aquellos aprovechamientos abandonados -muy numerosos- que han renunciado al uso del agua por más de tres años, o revisiones por modificación de alguna de sus características.

Pese a estas deficiencias, no es arriesgado afirmar que los aprovechamientos hidroeléctricos son los que se encuentran en mejores condiciones globales desde el punto de vista de las autorizaciones y concesiones del dominio público hidráulico.

Es importante considerar, en relación con los aprovechamientos hidroeléctricos, que estos aprovechamientos fueron concebidos, en su día, sólo para producción de energía eléctrica y que, por otro lado, se utilizaba el propio dominio público hidráulico (el agua) para producir algo comercializable, pero sujeto a una importante regulación administrativa, de forma que podía decirse que no existía realmente libertad de empresa a la hora de poner en el mercado los kWh producidos por cada instalación. El ejemplo más reciente lo tenemos en el hoy desaparecido Marco Legal Estable. Sin embargo, en el momento actual nos encontramos en una nueva situación en la que el producto obtenido del uso del propio dominio público hidráulico va camino de poder comercializarse libremente, pudiendo situarse en el mercado de acuerdo con las ofertas que cada concesionario pueda hacer.

Cabe, por tanto, preguntarse si el equilibrio económico financiero de las concesiones, que en su momento fueron otorgadas, puede verse alterado por esta circunstancia, como así mismo, y desde el punto de vista de la gestión integral del recurso, si los caudales regulados en los que en su día se concibieron como embalses únicamente hidroeléctricos no deberían hoy también plantearse como recursos para otros usos.

3.4.3.4. Conclusiones

Como se deduce del somero análisis sectorial presentado, el momento actual se caracteriza por una multiplicidad de complejas y variadas situaciones, heredadas del pasado, y que expresan, en definitiva, el peso de la rica y antigua historia del desarrollo hidráulico español, historia viva, no agotada, y cuya pesantez gravita aún con fuerza sobre el momento presente. A la consideración y análisis de estas situaciones históricas dedicaremos el próximo epígrafe.

Como se ha mostrado, la situación registral actual resultante de este proceso histórico dista mucho de ser satisfactoria, y los registros no han llegado a ser, verdaderamente, medios de control estadístico y prueba de situaciones jurídicas existentes en torno al aprovechamiento del agua. En buena medida, son las prácticas consuetudinarias aceptadas las que están determinando en realidad el uso actual del recurso, y la perfecta vinculación de esta praxis con las inscripciones registrales no está plenamente garantizada, ni ha constituido una preocupación principal de los usuarios ni de la Administración hidráulica.

El carácter declarativo, no sustantivo, del Registro de Aguas; la falta de agilidad en la resolución de conflictos por las vías contenciosas y jurisdiccionales; la complejidad de los aprovechamientos y sistemas de

explotación; la imperfecta definición de derechos incluso de aprovechamientos inscritos; la completa ausencia de inscripción de numerosos e importantes aprovechamientos; las posibles consecuencias económicas de las inscripciones; y, muy importantemente, el peso abrumador de la costumbre, han contribuido sin duda a que se produzca esta indeseable situación, socialmente aceptada, de relativa inseguridad jurídica.

Como mero ejemplo de estas dificultades, y en relación con los problemas de la regulación actual, puede señalarse la complejidad del procedimiento reglamentario de tramitación de concesiones, cuya suma de los distintos plazos parciales establecidos, en el supuesto de un procedimiento normal, sin incidencias especiales, supera ampliamente el año y medio. Si a esto se suman las dudas de eficacia, carga de trabajo y un cierto desánimo ante la magnitud del problema e insuficiencia de medios por parte de las Confederaciones, se entiende la necesidad de arbitrar reformas en la regulación actual, y nuevos mecanismos más eficaces, modernos y simplificados.

No obstante, además de tales necesarias simplificaciones en la regulación vigente, es posible que en un futuro próximo, y ante la gravedad del problema planteado, se requiera afrontar esta situación de forma drástica, introduciendo nuevos mecanismos de definición y registro de los derechos de aprovechamiento, y de vinculación de estos derechos a la práctica ordinaria. Para ello se precisa, obviamente, una profunda reflexión jurídica y social previa que, abordando sin prejuicios la realidad presente, y de forma compartida con todos los interesados, identifique posibles nuevos conceptos y líneas de actuación sobre este crucial asunto.

3.4.3.5. El contenido de los derechos históricos. Derechos de papel y derechos efectivos

Como ya se ha apuntado, y sin perjuicio de la ya comentada falta de inscripción que se da en muchas ocasiones, el análisis de los archivos, inventarios y Registros de Aguas de las cuencas permite comprobar la existencia de un elevado número de títulos de derecho de aprovechamientos de aguas públicas que se derivan de las amplias normativas tanto generales como específicas que los regulan, y de la antigüedad y complejidad de buena parte de los aprovechamientos - y muy singularmente los riegos- en España.

Tal situación de relativa abundancia de antiguas inscripciones no se ha revelado, sin embargo, eficiente ni desde el punto de vista de la mejor explotación de los recursos hidráulicos, ni de la gestión económica a ello asociada ni, incluso, desde el punto de vista estricta-

mente jurídico o relativo al contenido y alcance real de los derechos y su protección administrativa. Más aún, la realidad es que, con frecuencia, se ha dispuesto de un complejo conjunto de títulos de derecho que, además de su escasa utilidad práctica, se ha revelado como generador de situaciones de conflicto al contraponerse situaciones encorsetadas y puramente nominales, en la mayor parte de los casos con escaso o nulo contenido real. La necesaria reflexión sobre posibles reformas en la definición y archivo de derechos, a la que se aludió anteriormente en relación con los Registros de aguas, tiene aquí, como ejemplo, un importante objeto de consideración y estudio.

Así, en las zonas históricas, de intensa explotación, un análisis detallado de los títulos vigentes permite encontrar referencias a las que se denominan en ellos -como objetos y categorías del derecho hidráulico- aguas invernales y de primavera, aguas de avenida, aguas vivas, aguas sobrantes, aguas excedentes, aguas blancas, aguas reguladas y fluyentes ... o riegos tradicionales y de ampliación, exclusivos y complementarios, a pie y de elevación, de tallas nocturnas o diurnas, riegos de gracia, riegos de turbias y boqueras, etc.

Esa larga lista de tipologías de aguas, riegos, privilegios y títulos históricos no tiene hoy prácticamente virtualidad alguna -son en gran medida *derechos de papel*-, y no obedece a una verdadera necesidad jurídica derivada de su presuntamente peculiar naturaleza. Incluso puede afirmarse que estos vestigios del pasado -plenos de agudeza y de sentido cuando se concibieron- constituyen hoy una rémora frente al inaplazable concepto de los sistemas integrados de explotación de las aguas de las cuencas, concepto que se configura como decisivo en una visión moderna e integradora de la gestión del agua.

Los derechos históricos no pueden asimilarse, pues, al literal contenido de los viejos títulos o inscripciones -por otra parte inexistentes en muchos casos-, y ello no solo porque tal asimilación sería en muchos casos irracional (y, como dice la Ley, ningún título pueda amparar el despilfarro o mal uso del agua), sino porque la nueva realidad jurídica, hidráulica y socioeconómica los ha relegado, con frecuencia, a verdaderos arcaísmos, a residuos del pasado, inscribibles en la esfera de la historia y de la cultura del agua, pero en modo alguno en la de la moderna gestión y utilización de este recurso.

Manifestar esta situación de irracionalidad a que conduce el mantenimiento a ultranza de los títulos históricos no ha de conducir, en modo alguno, a la negación a estos títulos de cualquier contenido real en el momento presente. Antes bien, recientes y detallados estudios (Moreu Ballonga [1996] pp.159-209) han

mostrado que el criterio seguido por el Tribunal Supremo sobre estas cuestiones ha sido, casi siempre, el de respetar los derechos históricos, manteniendo su vigencia. El problema de fondo surge cuando la imprecisión actual del derecho concreto recogido en los títulos (p.e. una concesión de 1910 de las aguas que sobren de aprovechamientos superiores), la dificultad para su literal cumplimiento ante los cambios de toda índole producidos (p.e. el derecho a determinados avenamientos en tandas fijas y turnos de noche), la manifiesta inequidad o rechazo social producido por su contenido (p.e. la asignación de un río completo a un beneficiario), o complejas situaciones mixtas (p.e. las tres anteriores y otras más coexistiendo en una misma subcuenca), hacen que su literal aplicación práctica sea muy difícil, cuando no imposible, y se requiera algún tipo de criterio interpretativo.

Así, el problema que surge es el de la determinación, en el contexto actual, del valor y alcance que puedan tener estos derechos históricos, y para resolver este problema ha de acudirse, a nuestro juicio, a la determinación de *su ejercicio real actual*, conforme a las presentes necesidades y circunstancias de los aprovechamientos. Es este valor o *utilidad real actual* el verdadero contenido material del derecho histórico, y su acotación y consolidación no puede dar lugar a ninguna reclamación indemnizatoria, ya que, como se ha reiterado jurisprudencialmente, sólo son indemnizables las privaciones de *derechos ciertos, efectivos y actuales, pero no eventuales o futuros*, y el fundamento de una posible reclamación, que sería la pérdida patrimonial del usuario, es inexistente por el propio concepto que se ha propuesto, pues ¿qué otra cosa sino el valor real actual (el verdadero patrimonio actual) es lo que se está determinando y reconociendo?

Así pues, identificadas la situación actual (no obviamente la de un instante concreto, sino la *representativa* del momento presente), y las verdaderas necesidades de estos aprovechamientos históricos, la consolidación de sus necesidades actuales y la preferencia temporal en situaciones de escasez han de ser -y no otra cosa- los verdaderos contenidos materiales, inscribibles en los registros, de los derechos históricos, y éstas son las determinaciones que corresponde realizar a la Administración hidráulica en el momento presente.

En una época de transformaciones, de cambios de usos, de nuevas tecnologías, y de integración y optimización de los aprovechamientos en los cada vez más complejos sistemas de explotación, los títulos del pasado pueden, pues, reinterpretarse en términos de acotación a la necesidad real y preferencia temporal frente a aprovechamientos posteriores, transformándose esta preferencia en la verdadera expresión mate-

rial de su carácter histórico. La ordenación de aprovechamientos hidráulicos y reasignación de recursos realizada por los Planes Hidrológicos del Júcar y el Segura constituyen excelentes muestras de tal criterio interpretativo, y de cómo puede llevarse a cabo esta compleja revisión técnico-jurídica, con la ejemplar participación y acuerdo de los interesados, de una forma rigurosa y satisfactoria.

En definitiva, y como sostiene Martín-Retortillo (1997) en relación con la irretroactividad de las normas y las reformas de las leyes, frente a los usuales argumentos que acuden a invocar, en última instancia, *la pátina de los pergaminos* y el prestigio de la historia para la perpetuación de situaciones pasadas de acceso al agua, debe invocarse, sin reservas, la facultad de la Administración para que, en función del bien común que ha de presidir sus decisiones, promueva una revisión de forma que no perduren relaciones jurídicas enquistadas, obsoletas, contrarias al buen orden de los aprovechamientos, o incluso a la nueva asignación o el nuevo ordenamiento jurídico que se promulga, obviamente, porque se tiene por mejor que el antiguo que se está modificando.

La invocación de la historia no puede pues presentarse como defensa de una inadmisble petrificación de los derechos o del ordenamiento jurídico, pues estos derechos no operan en territorios abstractos, atemporales o inmateriales, sino en realidades hidrológicas, económicas y sociales concretas y mudables que, por su propia naturaleza, se resisten a ser congeladas en un momento histórico determinado. Bien al contrario, la verdadera legitimidad de estos derechos exige su continua adaptación a la realidad de cada momento, como lo que deben realmente ser: un instrumento de utilidad común para el progreso y el bienestar colectivo. La Administración hidráulica no solo está legitimada para esta labor, sino que está llamada, comprometida, urgida a abordarla.

3.4.3.6. Registro de aguas y Planificación Hidrológica

Ya se ha señalado la fundamental importancia de la figura registral como instrumento esencial para la protección del dominio público hidráulico. Además, ha de subrayarse la íntima relación existente entre los registros de aguas y la planificación hidrológica.

No cabe, en efecto, imaginar una gestión unitaria y racional de los recursos hídricos, tal y como se ordena constitucionalmente, sin el completo conocimiento de los aprovechamientos de aguas, públicos y privados, por lo que esta cuestión pasa a ser una verdadera y radical cuestión de fundamento. Así ha sido reconoci-

do desde antiguo por la Administración hidráulica, para la que los problemas registrales han sido una constante preocupación, que se ha traducido en numerosas disposiciones reglamentarias generales y específicas, sobre todo en aquellos territorios con mayores conflictos y dificultades, como las cuencas del Segura y Júcar (Maestre Rosa [1969] p. 106).

En la regulación actual, es con base en las inscripciones del registro como los Organismos hidráulicos han de elaborar las estadísticas necesarias para la planificación hidrológica (art. 197 RDPH). De igual forma, y en sentido inverso, no puede procederse al otorgamiento e inscripción de concesiones si previamente no ha sido constatada la existencia de caudales conforme a lo determinado por los planes hidrológicos. La relación de la planificación con los registros es, por tanto, muy estrecha y en ambos sentidos, pudiendo afirmarse, sin exageración alguna, que no puede concebirse el correcto desarrollo de una actividad sin el correcto desarrollo de la otra.

3.4.4. Las Reservas demaniales

Las reservas demaniales o dominiales constituyen un singular precedente de la planificación hidrológica. La Ley de Aguas de 1879 no las contempló, pero sí lo hicieron otras normas integradas en el conjunto de disposiciones complementarias de aquella.

Así, la Ley sobre Riegos del Alto Aragón, de 1915, autoriza al gobierno para ejecutar obras y regar determinados zonas, lo que presenta las características básicas de una reserva, si bien el origen de esta figura puede situarse claramente en el Real Decreto de 1918, sobre concesiones de aguas. Este Decreto establecía que *por disposición del ministro de fomento y previos los estudios necesarios, podrán reservarse para servicios del estado determinados tramos de corrientes públicas*. El mismo criterio se mantiene en el Decreto Ley de 1927, con dos adiciones: la reserva se podía realizar en todo tiempo y recaer sobre la totalidad de los corrientes.

Son abundantes los ejemplos de aplicación de esta técnica: El Decreto de 1953, de ordenación de riegos del río del Segura, que no es en definitiva más que el establecimiento de una reserva de los nuevos recursos regulados para la redotación y ampliación de los regadíos; el Decreto de 1954, que reserva para el abastecimiento de agua potable a Madrid y pueblos próximos los caudales del río Lozoya, Jarama, y Sorbe en ciertos tramos; el Decreto de 1946, por el que se concede al INI la reserva del aprovechamiento hidroeléctrico integral de la cuenca del río Noguera Ribagorzana; la concesión al INI en 1984 de la reserva del aprovecha-

miento hidroeléctrico integral de la cuenca superior del río Sil; o la reserva para el trasvase del Ebro al Pirineo oriental en 1974.

Nótese que en todos los ejemplos comentados, las reservas han sido establecidas mediante decretos o leyes, pero desde la promulgación de la Ley de Aguas, el procedimiento establecido es el de la inclusión en los Planes Hidrológicos (Barcelona Llop[1996]; Ortiz de Tena [1994]). En ausencia de Planes aprobados, se ha continuado estableciendo reservas de recursos hidráulicos mediante leyes y decretos leyes (como el Real Decreto Ley 3/86, que reserva en favor del Estado todos los posibles recursos existentes en el Segura; o la Ley de 1987 que reserva un caudal de 1 m³/s del embalse de Contreras para el consumo de Sagunto; o el Real Decreto Ley de 1995 que reserva hasta 50 hm³ de la cabecera del Tajo para abastecimientos en La Mancha).

Tras la L.A. de 1985, el único instrumento hábil para establecer reservas es el Plan Hidrológico, y solo la Ley puede sustituirle. Este plan hidrológico habilitador puede ser tanto el de cuenca como el nacional, correspondiendo al primero la fijación de los volúmenes que se han de reservar para usos y demandas futuros, y al segundo la fijación de volúmenes con destino a transferencias intercuenas.

La obligación jurídica del establecimiento de reservas en los Planes Hidrológicos ha de ponerse en conexión con su finalidad, puesto que ningún sentido tiene establecer tales reservas cuando no existan razones objetivas que las hagan necesarias. Motivación, finalidad y temporalidad son pues requisitos básicos para la correcta formulación de las reservas, que, tal y como prevé la regulación vigente, han de inscribirse en el correspondiente Registro de Aguas del Organismo de cuenca, e irse cancelando a medida que se conceden los caudales reservados.

3.5 EL SISTEMA DE UTILIZACIÓN ACTUAL

Una vez analizados los recursos hídricos, los usos y demandas existentes y previsibles, y los mecanismos de asignación y reserva de recursos para dichos usos procede examinar todo ello desde un punto de vista global e integrador, que permita determinar el balance territorial entre recursos y necesidades e identificar las posibles descompensaciones.

Este análisis se aborda por dos caminos diferentes. En primer lugar se realiza una aproximación cartográfica basada en la realización de balances a partir de los mapas de las variables implicadas, es decir, recursos naturales y demandas de los usos principales. Este balance se realiza por medio de las operaciones carto-

gráficas habitualmente disponibles en los Sistemas de Información Geográfica y permite obtener, de forma homogénea, rigurosa y conceptualmente simple, una visión general y simplificada del actual sistema de utilización del agua en todo el territorio nacional.

El segundo camino para abordar el problema se basa en el análisis de sistemas y ha consistido en la elaboración de un sistema unificado de explotación de recursos hídricos, al que ya se ha hecho referencia en capítulos precedentes. Este sistema se ha diseñado sobre la base de un modelo matemático de optimización de la gestión de recursos hídricos que permite profundizar en el análisis y mejorar la aproximación realizada en el modelo cartográfico anterior al incorporar infraestructuras de almacenamiento y transporte, caudales mínimos, prioridades de uso, garantías de suministro, etc. Además, y ello es muy importante, este modelo incorpora la variabilidad de los recursos y las posibilidades que ofrece una adecuada gestión de los sistemas.

A continuación se describen brevemente estos dos instrumentos de análisis, sus funcionalidades, las principales conclusiones obtenidas, y las posibilidades que presentan para su inmediata aplicación en el marco de la planificación hidrológica nacional.

3.5.1. Modelación cartográfica del sistema de utilización

3.5.1.1. Introducción. Procesos básicos

La modelación cartográfica (Tomlin, 1990) constituye una técnica relativamente joven que en los últimos años se viene desarrollando con creciente vigor. Permite tratar abundante información espacial de manera muy eficiente, lo que la ha convertido en un instrumento particularmente útil para llevar a cabo análisis que, como el que nos ocupa, tienen una componente básicamente territorial.

El modelo que aquí se desarrolla utiliza parte de la información cartográfica producida para la elaboración de este Libro y presentada en capítulos anteriores. Concretamente, la información básica empleada en el modelo está constituida por el mapa de recursos naturales y los mapas de demanda urbana, industrial y agrícola. La resolución de trabajo elegida para el modelo es de 1 km², lo que supone discretizar el territorio nacional en más de 500.000 celdas, en cada una de las cuales se llevan a cabo las diversas operaciones algebraicas que se describen a continuación.

Partiendo de los recursos naturales, es decir, de los recursos renovables que se generan en España, tanto de origen superficial como subterráneo, el modelo determina los *recursos potenciales*, es decir, la frac-

ción de los recursos naturales que verdaderamente constituye un potencial de oferta. La razón para diferenciar estos recursos potenciales se halla en la necesidad de contemplar los requerimientos ambientales como una restricción de carácter superior, externa al propio sistema de utilización del agua, tal y como se comentó al exponer los fundamentos conceptuales del sistema de utilización. Se trata, por tanto, de diferenciar y reservar unos recursos con los que el sistema no puede contar para alcanzar los objetivos productivos de utilización del agua. Solo los recursos restantes, los que realmente constituyen un potencial, son los que pueden movilizarse en el sistema de utilización y son, por tanto, los que se deben hacer intervenir en el balance entre recursos y demandas.

La suma de los mapas de demanda urbana, industrial y agraria da lugar al mapa de demandas totales, entendidas como detracción del medio. Ahora bien, para tener en cuenta los retornos que vuelven a incorporarse al medio y son susceptibles de utilización posterior aguas abajo, se han diferenciado las fracciones consuntiva y no consuntiva de cada uso, con lo que se obtienen los correspondientes mapas de demanda consuntiva y no consuntiva, cuya suma es la demanda total.

A partir de los mapas de recursos potenciales y demanda consuntiva total se realiza el balance celda a celda, lo que permite obtener sendos mapas con la distribución territorial de déficit y superávit. Estos mapas tienen, lógicamente, un carácter meramente ilustrativo, pues la utilización del agua no se lleva a cabo de forma aislada en cada celda, sino en recintos territorialmente más amplios. Por este motivo, el modelo realiza una agregación territorial basada en la delimitación de diversas unidades de gestión. En primer lugar se realiza la agregación de acuerdo con los sistemas de explotación definidos en los Planes Hidrológicos de cuenca, lo que permite identificar las descompensaciones existentes en el ámbito de cada Plan. A continuación se realiza una nueva agregación por ámbitos territoriales de planificación, lo que puede proporcionar una idea del comportamiento global en el ámbito de cada Plan.

Con objeto de sintetizar y poder realizar una más clara interpretación de los resultados obtenidos, el modelo calcula varios índices relativos a los niveles de explotación y consumo alcanzados en cada territorio.

El primero de ellos, denominado *índice de explotación*, es el cociente entre la demanda total o detracción y el recurso potencial. Un índice de explotación que se aproxime o incluso sobrepase el valor 1 no indica necesariamente escasez de agua, puesto que si las detracciones no están demasiado concentradas espacialmente, una parte importante de los retornos puede volver a ser utilizada.

El segundo índice empleado es el *índice de consumo*, obtenido como cociente entre la demanda consuntiva (detracciones menos retornos) y el recurso potencial. Esta relación puede interpretarse como indicador del riesgo de escasez. Si su valor es superior a 0,5 se trataría de una escasez de tipo coyuntural más o menos localizada, mientras que si se aproxima a 1 se trataría de una escasez de carácter estructural. Por el contrario, un índice de consumo bajo revelaría un potencial poco utilizado (Erhard-Cassegrain y Margat, 1983).

Con estos criterios el modelo elabora, finalmente, un mapa de riesgo de escasez de acuerdo con las diferentes agregaciones espaciales realizadas.

El proceso seguido en el modelo cartográfico descrito se resume gráficamente en el esquema de la figura 266.

A continuación se presenta la información empleada en el modelo y los resultados obtenidos en las diferentes fases del proceso de modelación.

3.5.1.2. Recursos naturales

Los recursos naturales considerados en el modelo cartográfico están constituidos por las escorrentías totales en régimen natural evaluadas en capítulos precedentes y correspondientes al periodo 1940/41-1995/96. Su valor, para todo el territorio nacional, se ha estimado en unos 111.000 hm³/año y su distribución territorial es la que se muestra en la figura 267

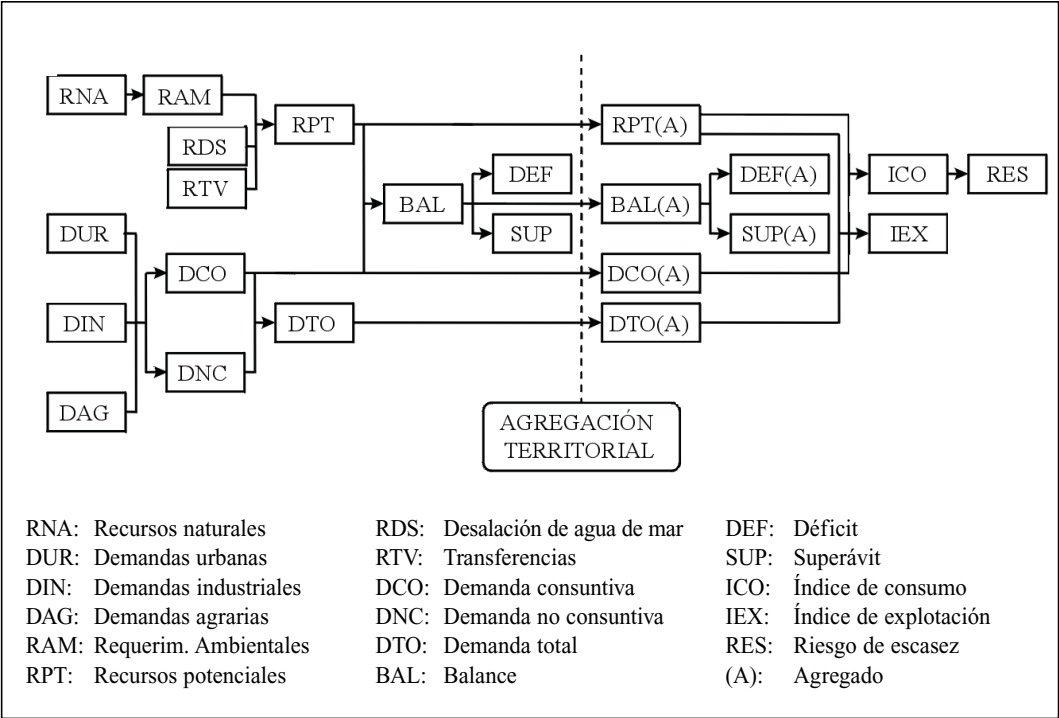
3.5.1.3. Requerimientos ambientales y recursos potenciales

Para determinar los recursos potenciales que pueden emplearse en el proceso de utilización productiva del agua, se supone, cautelarmente, una reserva del 20% de los recursos naturales para cumplir con los requerimientos previos de carácter ambiental y para cubrir las posibles incertidumbres en la estimación de los recursos. Esto supone una reserva, para las generaciones futuras, de más del 60% de toda la demanda hídrica actualmente existente en España, según los Planes Hidrológicos de cuenca.

Con esta limitación inicial, los recursos potenciales se reducirían a unos 89.000 hm³/año, y su distribución territorial sería, lógicamente, similar a la de los recursos naturales, pues se ha supuesto que la reserva se hace por igual en todos los puntos del territorio.

Una segunda limitación que, de acuerdo con el esquema conceptual propuesto, ha de introducirse, es la correspondiente a las restricciones geopolíticas. En nuestro caso, ello afecta a las cuencas hispano-portuguesas, y supone un compromiso de aporte de ciertos

Figura 266. Modelo cartográfico del sistema de utilización

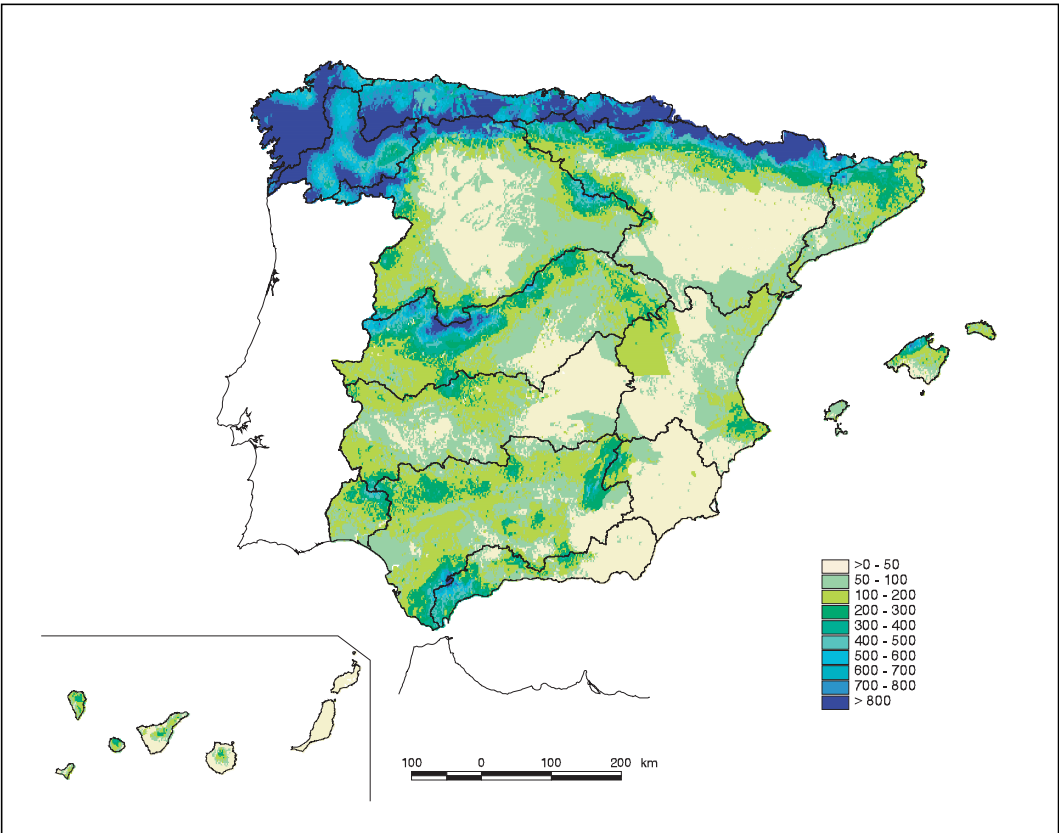


volúmenes mínimos en la frontera. Nos referiremos a ello en epígrafes posteriores.

A los recursos potenciales resultantes hay que añadir los procedentes de la desalación de agua de mar, lo que se lleva a cabo distribuyendo los volúmenes actualmente desalados en el territorio de los sistemas

de explotación que cuentan con la posibilidad de utilizarlos A nivel nacional la magnitud actual de estos recursos es muy reducida, pero pueden ayudar a resolver problemas localizados en algunos sistemas de explotación, fundamentalmente en los insulares. La localización de los volúmenes procedentes de la desalación se muestra en la figura 268.

Figura 267. Mapa de recursos naturales anuales totales en mm (periodo 1940/41-1995/96)



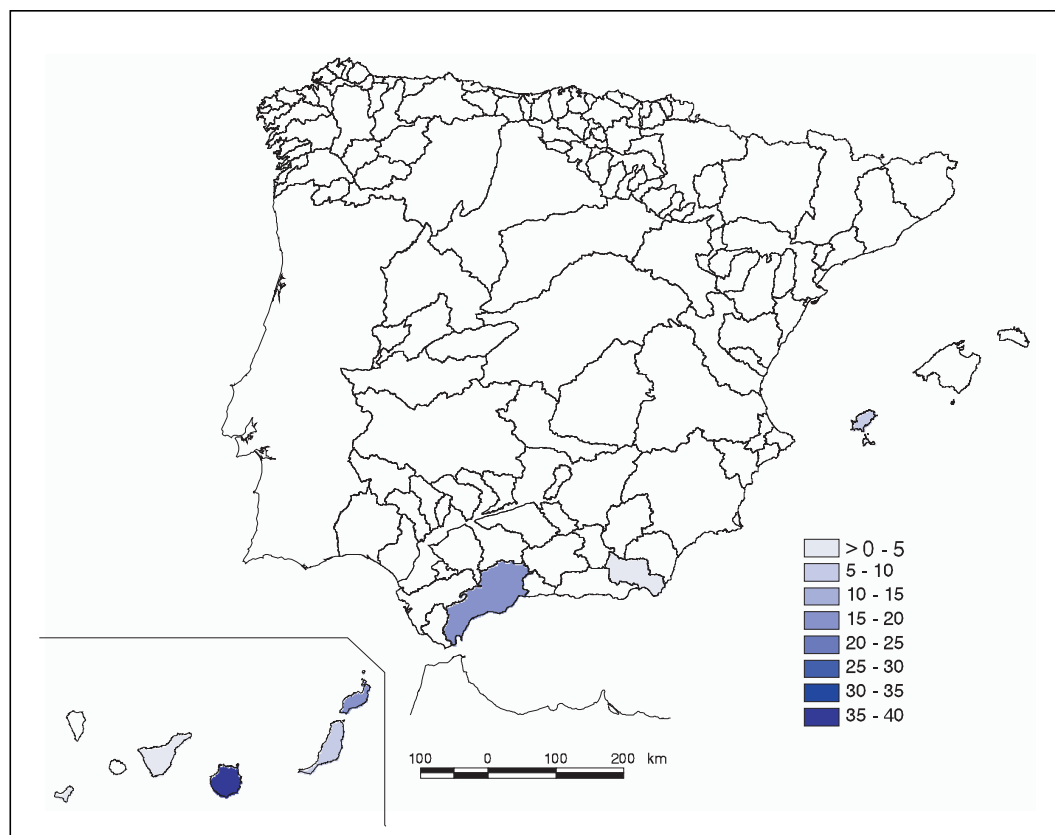


Figura 268. Mapa de recursos procedentes de la desalación de agua de mar en los sistemas de explotación ($\text{hm}^3/\text{año}$)

También deben considerarse los trasvases existentes en la actualidad que, si bien y como es obvio, no incrementan los recursos potenciales nacionales, modifican su distribución, incrementándolos o disminuyéndolos, respectivamente, en aquellos sistemas que sean destino u origen de la correspondiente transferencia. Esta redistribución se lleva a cabo por sistemas de explotación, detrayendo los recursos correspondientes de los sistemas cedentes e incrementando los recursos de los sistemas receptores. Se han utilizado las transferencias nominales, es decir, las que podrían llevarse a cabo considerando exclusivamente las limitaciones de carácter legal o técnico, lo que constituye la cota máxima de utilización de los trasvases existentes, que, aunque en algunos casos podrá ser superior a las transferencias realmente efectuadas, representa el valor buscado de potencial de movilización de recursos por medio de transferencias.

Las transferencias que han sido consideradas se muestran en la figura 269, en la que se representan en tonos azules y con valores positivos los sistemas que reciben transferencias y en tonos rojizos y con valores negativos los sistemas desde los que se realizan dichas transferencias. Se han incluido algunos trasvases que aun no han entrado en explotación, como el del Esla al Carrión o el del Guadiaro al Guadalete.

3.5.1.4. Demandas

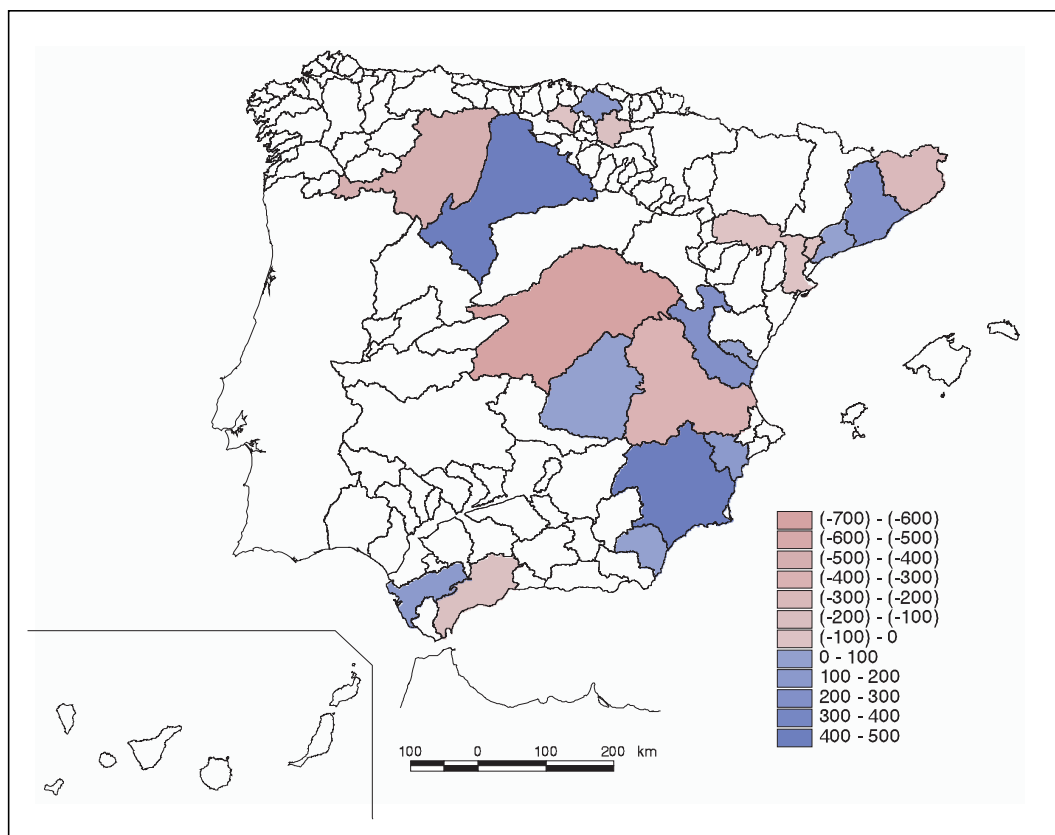
En este modelo se adoptan, como demandas representativas de la situación actual, las especificadas en los diferentes Planes Hidrológicos de cuenca.

Para determinar las demandas consuntivas y no consuntivas, y dado el carácter global de este modelo, se adoptan, en primera instancia, las cifras convencionales de consumo y retorno en los diferentes usos, que en el caso urbano e industrial supone un consumo del 20% y un retorno del 80%, mientras que en el uso agrario supone un consumo del 80% y un retorno del 20%.

Ahora bien, partiendo de estas cifras habitualmente admitidas, es preciso considerar la singularidad de los aprovechamientos urbanos e industriales próximos a la costa. En estas zonas la posibilidad de emplear los retornos procedentes de estos usos es más reducida y suele llevarse a cabo por medio de actuaciones de reutilización planificada o directa, lo que supone un aprovechamiento mucho menor que el correspondiente a las cifras habituales de retorno. Para tener en cuenta este hecho en los balances que se realizan posteriormente se han identificado las demandas urbanas e industriales ubicadas a menos de 10 km de la costa, que resultan ser de unos $2.115 \text{ hm}^3/\text{año}$ en la península y de unos $240 \text{ hm}^3/\text{año}$ en las islas.

En el conjunto de los dos archipiélagos se reutilizan actualmente unos $45 \text{ hm}^3/\text{año}$, lo que representa del

Figura 269. Mapa de transferencias nominales, actuales o en ejecución, entre sistemas de explotación ($\text{hm}^3/\text{año}$)



orden del 20% de las demandas urbanas e industriales situadas a menos de 10 km de las costas insulares. En la península, la reutilización actual se cifra en unos $190 \text{ hm}^3/\text{año}$, que suponen en torno a un 9% de la demanda urbana e industrial costera.

Por tanto, y para reproducir estas posibilidades de reutilización de una forma más acorde con la realidad, la fracción no consuntiva de la demanda, es decir, la que podría volver a utilizarse, se obtiene aplicando un 20% a las demandas de riego en todo el territorio, un 10% a las demandas urbanas e industriales peninsulares situadas a menos de 10 km de la costa, un 20% a las demandas urbanas e industriales de la costa insular y un 80% al resto de las demandas urbanas e industriales.

En cuanto a la demanda consuntiva que posteriormente se hace intervenir en el balance, se obtiene aplicando en las zonas correspondientes los porcentajes complementarios de los anteriores, es decir, para la demanda de riego un 80% y para la demanda urbana e industrial un 90% en la costa peninsular, un 80% en la costa insular y un 20% en el resto del territorio.

Este procedimiento, que puede resultar excesivamente prolijo y laborioso, tiene como objetivo reproducir con cierto grado de fidelidad las posibilidades de removilización de recursos en la costa, donde se sitúan importantes concentraciones urbanas que darían lugar, de forma ficticia, a grandes posibilidades de utilización de retornos si se admitieran las cifras convencio-

nales. Ello podría desvirtuar de forma considerable los resultados, afectando de manera especial a las demandas de estas grandes concentraciones.

Aplicando los porcentajes mencionados a los mapas de demanda de cada uso se obtienen los mapas correspondientes a las fracciones consuntiva y no consuntiva de cada uno de ellos y, a partir de ellos, los mapas de demanda o detracción total, junto con los de sus fracciones consuntiva y no consuntiva.

El mapa resultante de demanda total actual, siempre de acuerdo con los datos recogidos en los Planes Hidrológicos de cuenca, se muestra en la figura 270.

Con objeto de apreciar con mayor claridad la resolución de trabajo empleada, en la figura 271 se muestran dos detalles de este mapa, correspondientes a las áreas de Madrid y Valencia. En ellas puede apreciarse la alta demanda de las aglomeraciones urbanas y la concentración de regadíos en el litoral valenciano.

3.5.1.5. Balance

Una vez elaborados los mapas de recursos potenciales y demandas se realiza su comparación para identificar las descompensaciones existentes y su localización territorial.

El balance se realiza entre los mapas de recursos potenciales y demandas consuntivas. Los primeros,

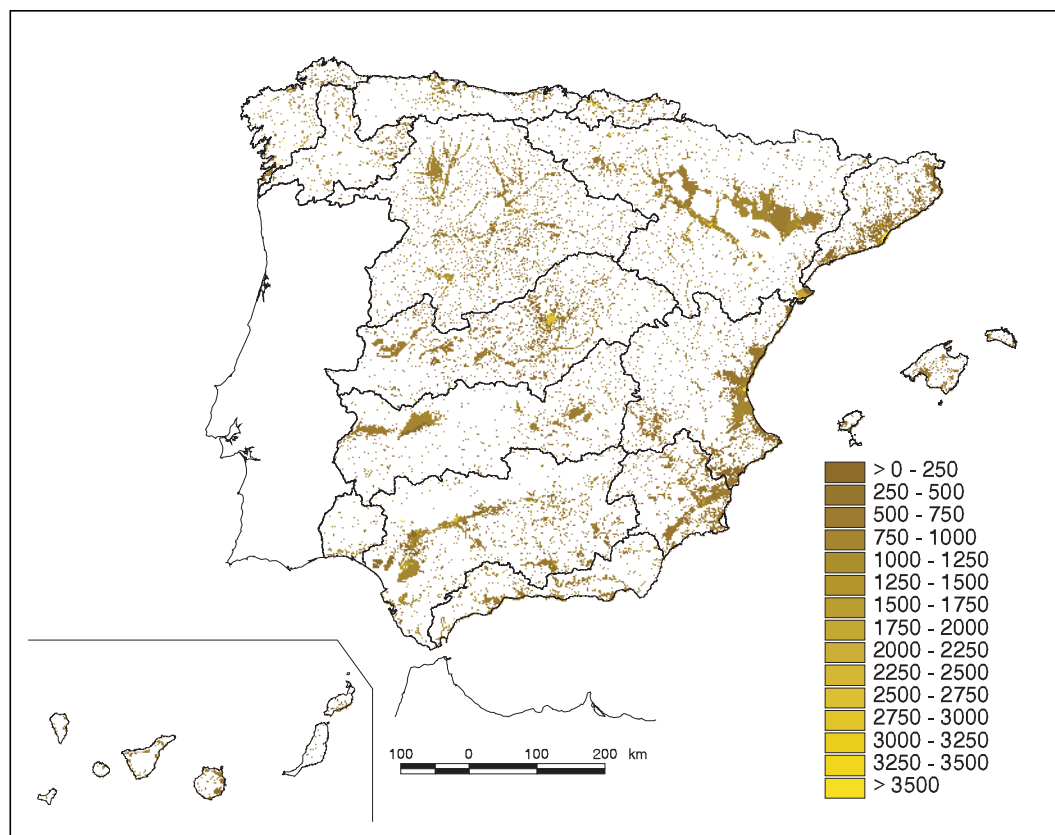


Figura 270. Mapa de demanda total actual en mm (urbana, industrial y agrícola)

según se ha indicado, están constituidos por la fracción no reservada de los recursos naturales más los recursos procedentes de la desalación de agua mar y teniendo en cuenta la redistribución originada por las transferencias existentes.

En cuanto al mapa de demanda consuntiva se ha obtenido, de acuerdo con el procedimiento descrito, aplicando para la demanda de riego un 80% y para la demanda urbana e industrial un 90% en la franja costera peninsular de 10 km, un 80% en la misma franja costera insular y un 20% en el resto del terri-

torio, reflejando de esta forma las distintas posibilidades de reutilización directa o indirecta de los recursos.

El saldo resultante del balance da lugar a dos nuevos mapas en los que se representan las celdas del territorio que presentan déficit, es decir, aquellas en que el recurso potencial es inferior a la demanda consuntiva, y las celdas con superávit, es decir, aquellas otras donde el recurso potencial supera las necesidades consuntivas. Ambos mapas se presentan en las figuras 272 y 273.

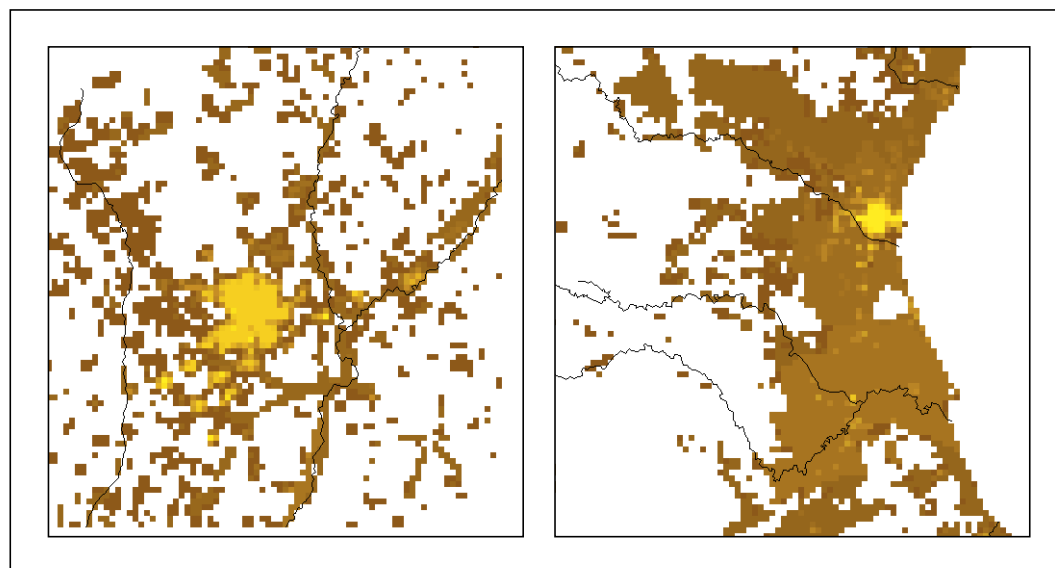


Figura 271. Detalle del mapa de demanda total actual en las áreas de Madrid y Valencia

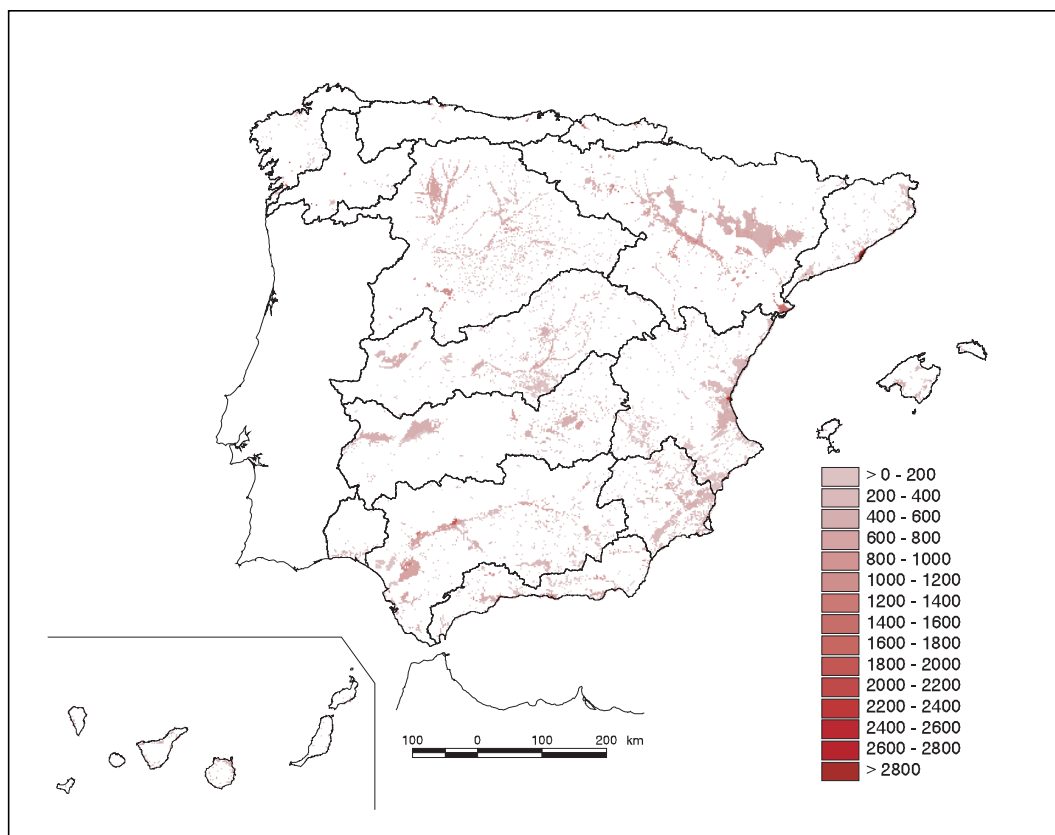


Figura 272. Mapa de distribución territorial del déficit (mm/año)

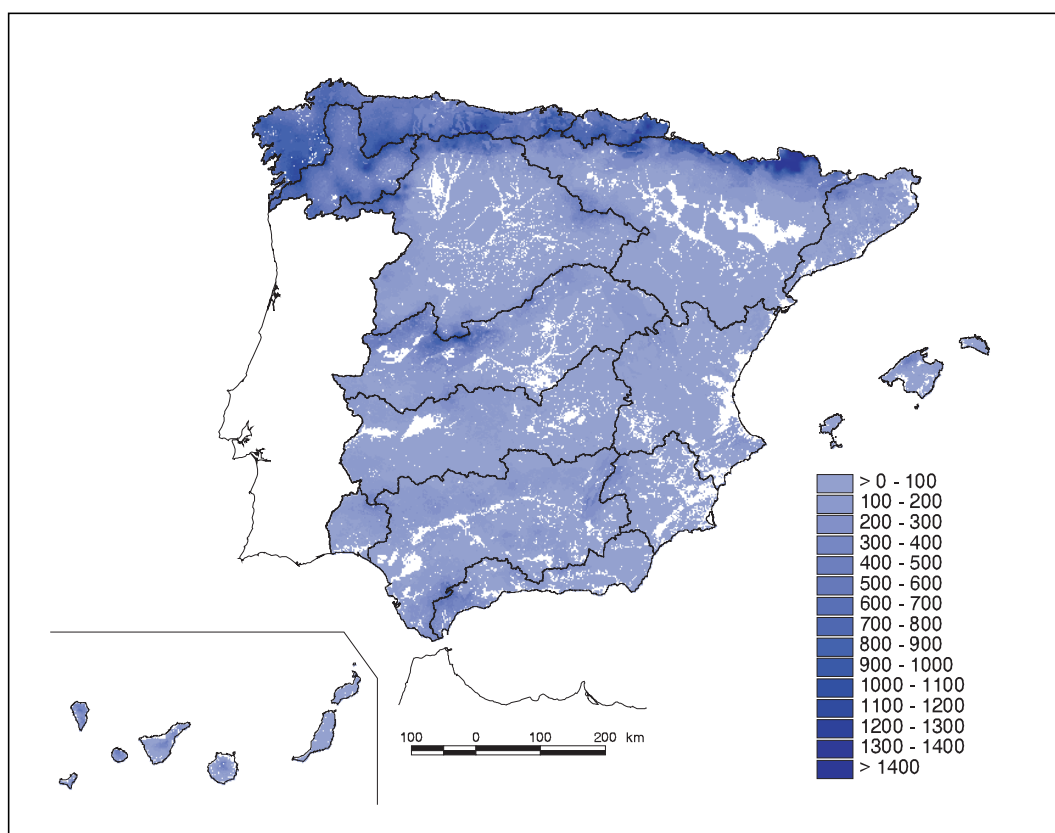


Figura 273. Mapa de distribución territorial del superávit (mm/año)

Como puede apreciarse, la distribución territorial de los déficit es prácticamente coincidente con la distribución de demandas, intensificándose en las grandes zonas de riego y en las concentraciones urbanas. El mapa de superávit, complementario del anterior, permite identificar la localización de los territorios con abundancia de agua en el norte peninsular, salvo pequeñas zonas aisladas.

Como ya se ha comentado, estos mapas tienen un valor tan solo ilustrativo, puesto que el aprovechamiento del agua no se lleva a cabo aisladamente en cada celda, sino que se produce en un nivel de agregación superior, en el marco de unidades de gestión territorialmente más amplias y con relativa autonomía de explotación. Ahora bien, partiendo de ambos mapas es posible realizar dicha agregación y comparar los recursos potenciales y las demandas consuntivas con diversos niveles de integración territorial. El primero de estos niveles se refiere a los sistemas de explotación definidos en los Planes Hidrológicos de cuenca, para realizar a continuación la agregación en el ámbito de cada Plan.

3.5.1.6. Agregación territorial por sistemas de explotación

Dadas las hipótesis asumidas en este modelo cartográfico, el balance agregado por sistemas de explotación presupone la completa utilización de los recursos potenciales generados en todo el territorio del sistema, además, en su caso, de los recursos procedentes de la desalación de agua de mar y de las transferencias de otros sistemas. Esto representa una cota máxima de aprovechamiento que requeriría disponer del conjunto de infraestructuras necesarias y contar con las necesarias condiciones de calidad. En el modelo se asume, por tanto, que se cuenta con dicha dotación de infraestructuras y que no existen limitaciones por la calidad del agua, por lo que las limitaciones de suministro procederían, exclusivamente, de la insuficiencia de recursos hídricos.

Todo ello quiere decir que un sistema que resulte deficitario (definido como aquél en el que la suma de los balances de todas su celdas es negativa) será incapaz de atender la fracción consuntiva de su demanda aún en el supuesto maximalista de contar con toda la infraestructura necesaria para el completo aprovechamiento de sus recursos potenciales y cumplir éstos los necesarios requisitos de calidad.

Por el contrario, en el caso de que un sistema resulte excedentario (definido como aquél en el que la suma de los balances de todas su celdas es positiva) no debe deducirse que en él no se planteen problemas de sumi-

nistro. Estos problemas pueden existir, e incluso ser graves, pero no serán debidos a insuficiencia de recursos, puesto que globalmente son superiores, en el territorio del sistema, a las necesidades consuntivas. Podrían deberse, sin embargo, a un déficit de infraestructuras de almacenamiento o transporte, o a limitaciones por la calidad del agua, o a que existan condicionantes medioambientales superiores a los estándares supuestos.

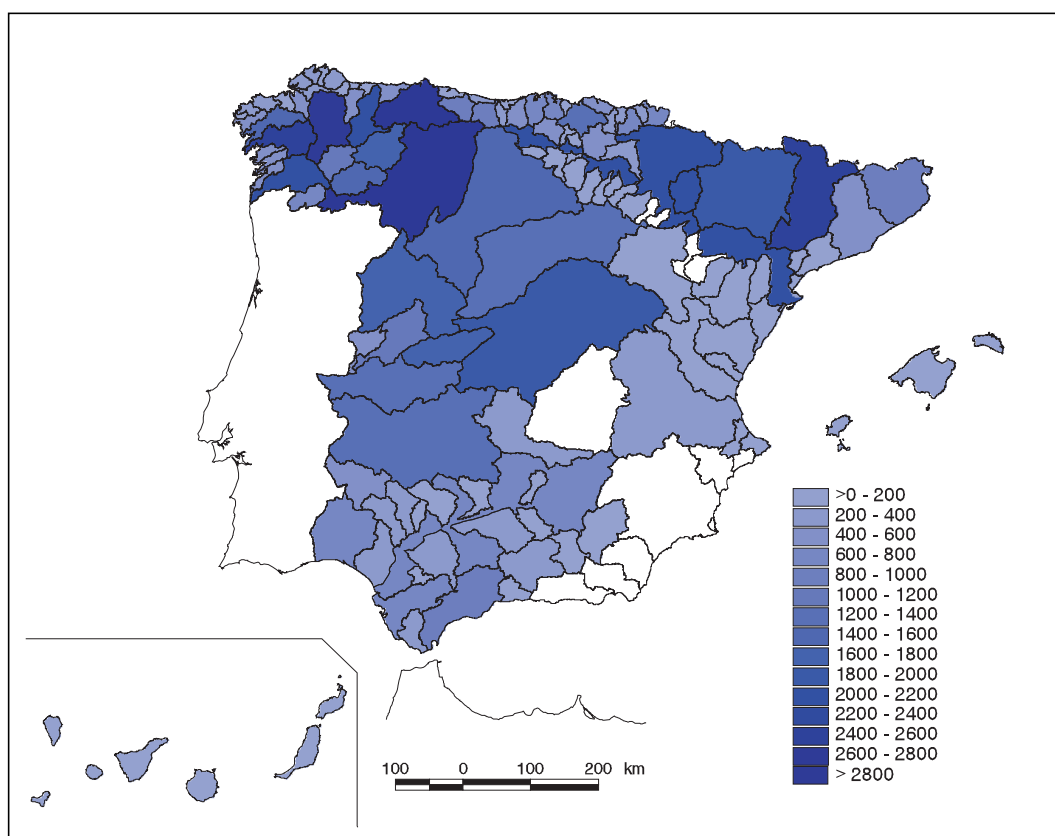
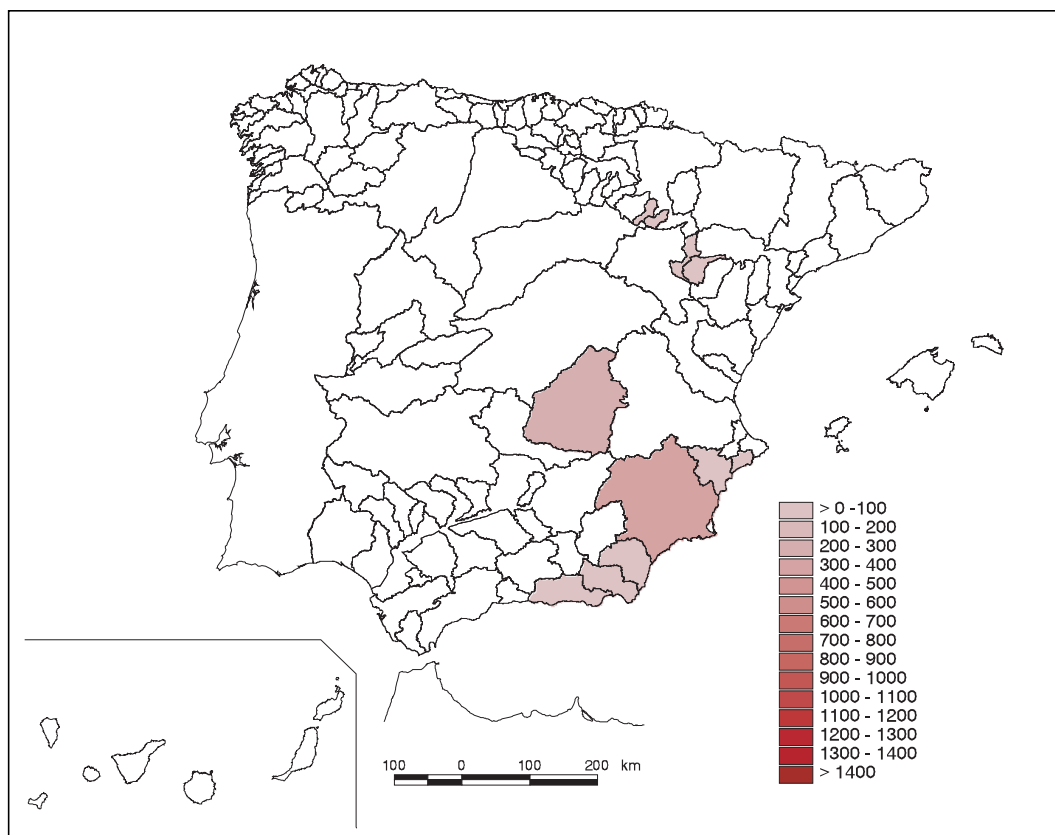
Por otra parte, el hecho de realizar el balance con los valores correspondientes a la fracción consuntiva de las demandas supone, implícitamente, que se alcanza el máximo grado posible de reutilización de los recursos. En el mismo sentido, la consideración de los trasvases nominales supone que se llevan a cabo las máximas transferencias legal y técnicamente posibles actualmente.

En suma, los resultados del modelo, dado que asumen una completa dotación de infraestructuras, el máximo grado posible de reutilización, la desalación de agua de mar y las máximas transferencias admisibles actualmente, permiten identificar, estrictamente, aquellos sistemas de explotación que son incapaces, aún en tal escenario de aprovechamiento exhaustivo, de alcanzar una razonable satisfacción de sus demandas actuales.

Con estas premisas y definiciones, los resultados obtenidos son los que se muestran en las figuras 274 y 275.

El mapa de déficit muestra que éstos se localizan fundamentalmente en el Segura, cabecera del Guadiana, Vinalopó-Alacantí y Marina Baja en el Júcar, zona oriental de la cuenca del Sur (sistemas de Sierra Filabres-Estancias, Sierra Gador-Filabres y Sierra Nevada), junto con otros sistemas de menor extensión en la margen derecha del Ebro (Huerva, Aguas Vivas, Huecha y Queiles). Ahora bien, a pesar de que todos estos sistemas son deficitarios, la magnitud de los problemas es, obviamente, muy distinta, y no es comparable el déficit de los sistemas de la margen derecha del Ebro, de mucha importancia local, con el de la cabecera del Guadiana o el del conjunto formado por los sistemas meridionales del Júcar, el Segura y los sistemas orientales del Sur, con un impacto territorial y dimensión notablemente superior.

El mapa de superávit, por su parte, permite apreciar la abrumadora mayoría que componen los sistemas que arrojan un saldo positivo en el balance, es decir, los sistemas con sobrados recursos naturales para atender sus demandas actuales, incluyendo las transferencias realizadas a otros sistemas. Como ya se ha dicho, este superávit teórico agregado no implica que tal satisfacción de demandas se esté dando correctamente en la realidad. En el mapa también puede observarse la



clara asimetría entre la margen izquierda y derecha del Ebro y el carácter básicamente excedentario de la mayor parte de los sistemas del Norte I y los sistemas occidentales del Norte II (Navia y Nalón), junto con el sistema Esla-Valderaduey en el Duero y el macrosistema de la cabecera del Tajo.

Ahora bien, estos mapas pueden dar lugar a interpretaciones erróneas, pues al tratarse de cifras absolutas están condicionadas por el tamaño de los sistemas, que varía mucho de unos casos a otros. Para evitarlo se han elaborado los índices de explotación y consumo, que relacionan las demandas totales y las consuntivas, respectivamente, con los recursos potenciales. El segundo de ellos da lugar al mapa de riesgo de escasez que se muestra a continuación (fig. 276)

En la figura puede apreciarse que los sistemas deficitarios padecen una escasez de tipo estructural, es decir, el recurso potencial, incluyendo reutilización, desalación y transferencias, es sistemáticamente inferior al nivel de consumo que se pretende alcanzar. Pero existe, además, un conjunto de sistemas que, aun presentando superávit, corren el riesgo de sufrir una escasez de carácter coyuntural, debido a que sus niveles de consumo se hallan relativamente próximos al recurso potencial. En tales condiciones, secuencias hidrológicas adversas podrían dar lugar a problemas de suministro por insuficiencia de recursos. Estas situaciones de escasez coyuntural se presentan en Hoya de

Guadix, Jaén y sistema de regulación general del Guadalquivir, Sierra Tejeda-Almijara en el Sur, la práctica totalidad del Júcar, si se exceptúa la Marina Alta y los sistemas con escasez estructural (Vinalopó-Alacantí y Marina Baja), Alhama, Jálón, Martín, Guadaloque y Matarranya en la margen derecha del Ebro, sistemas Centro y Sur de Cataluña y en las islas de Ibiza, Tenerife y Gran Canaria.

Como puede apreciarse, una parte importante de los sistemas de explotación de la mitad suroriental de la península, junto con algunos sistemas de la margen derecha del Ebro, parte de Cataluña y algunas islas, estarían sometidos, aun en el hipotético caso de máximo aprovechamiento de los recursos potenciales, incluyendo desalación y transferencias, y máximo grado de reutilización, a una escasez de recursos de carácter estructural o coyuntural.

Debe señalarse, no obstante, la diferente gravedad de las situaciones de escasez coyuntural y estructural. En las primeras, los problemas de insuficiencia de recursos tienen un carácter temporal, y están generalmente asociados a rachas hidrológicas adversas, de tal modo que en condiciones de normalidad hidrológica no se presentarían problemas graves. De hecho, debe recordarse que estos sistemas, aun estando sometidos coyunturalmente a un riesgo de escasez, presentan, en términos medios, un superávit de mayor o menor cuantía. En las situaciones de escasez estructural, por

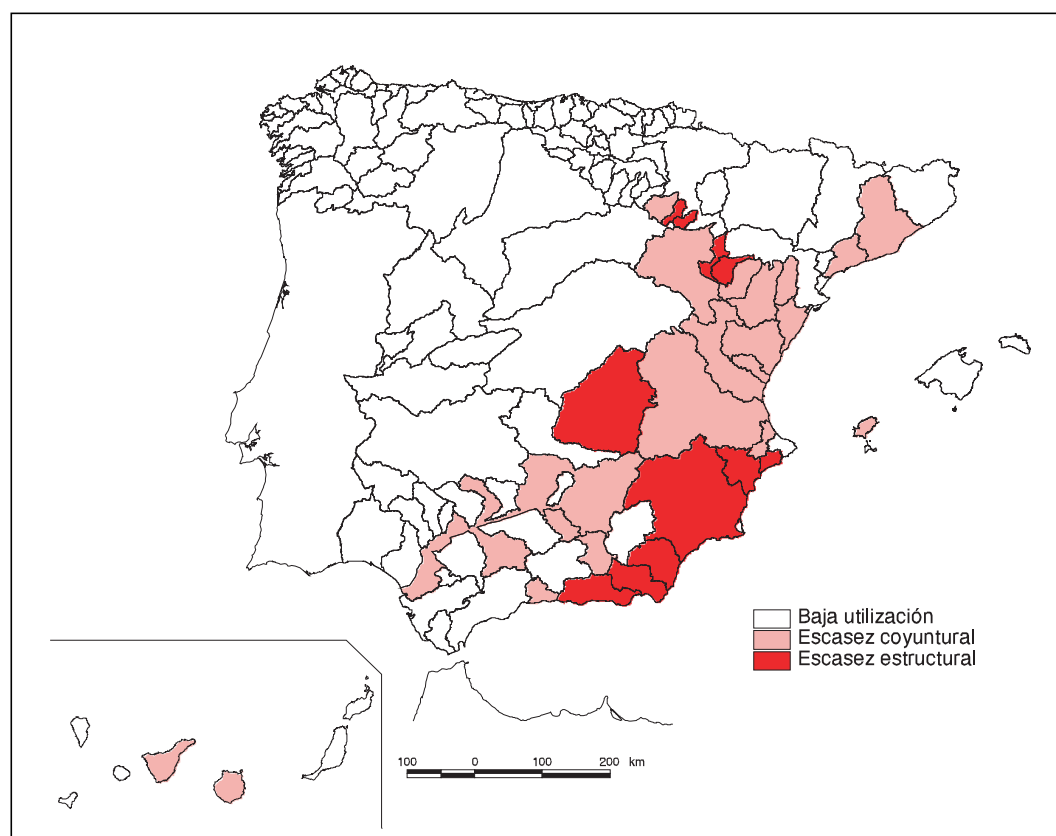


Figura 276. Mapa de riesgo de escasez en los sistemas de explotación

el contrario, los sistemas son permanentemente incapaces de atender sus consumos, y la insuficiencia de recursos, incluso en el supuesto de aprovechamiento exhaustivo, constituye un problema crónico.

En estas circunstancias, y considerando que el balance se realiza con la fracción consuntiva de la demanda total, si se pretende alcanzar la razonable satisfacción de las demandas actuales, la solución para corregir tales descompensaciones solo puede proceder del incremento de la aportación de recursos externos, procedentes del mar mediante desalación, o de otros sistemas no sometidos a dicho riesgo y con bajo nivel de utilización de su potencial de recursos.

3.5.1.7. Agregación territorial por ámbitos de planificación

Con el mismo planteamiento anterior se ha llevado a cabo un segundo nivel de integración en el ámbito territorial de cada Plan Hidrológico. El resultado es la localización de Planes con déficit o superávit y la identificación de los que están sometidos a algún tipo de riesgo de escasez.

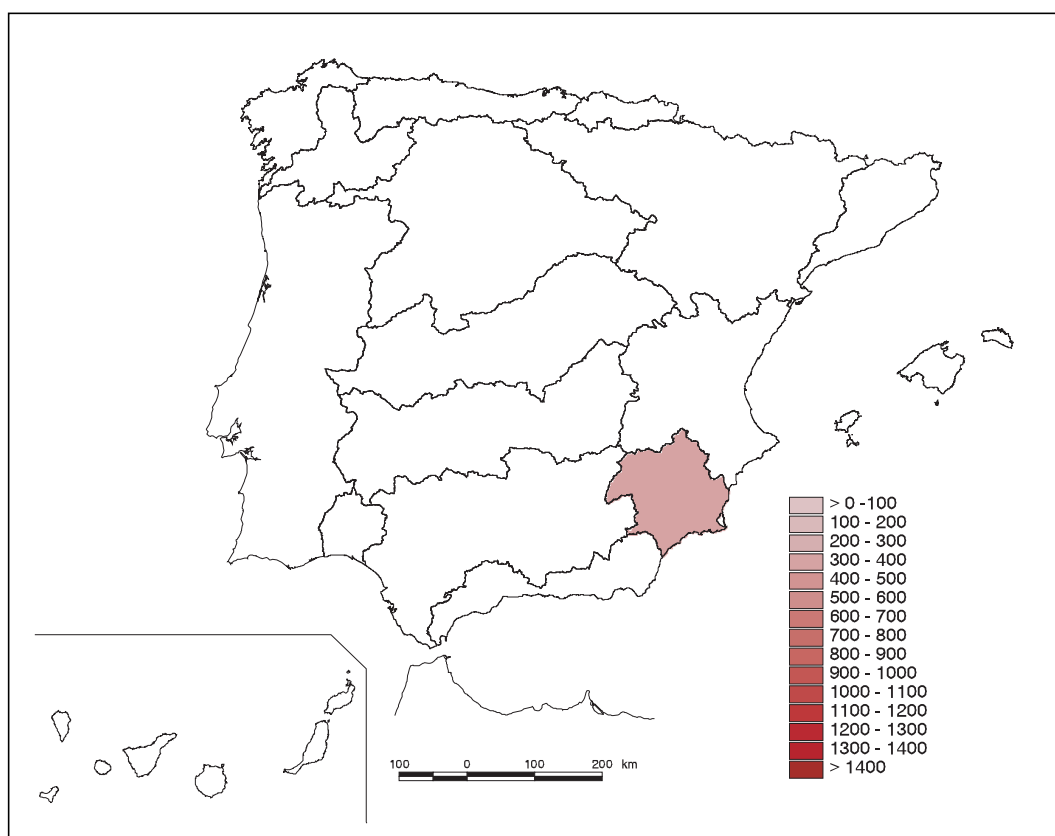
Los mapas obtenidos se muestran en las figuras 277 y 278.

Los mapas revelan con claridad que el único Plan incapaz de atender sus propios niveles de consumo,

en el supuesto de máximo aprovechamiento del recurso potencial (incluyendo transferencias y desalación) y máximo grado de reutilización, es el Segura. En el resto de los Planes, aunque pueden presentarse problemas de escasez en alguno de sus sistemas, se podrían, en tal supuesto, resolver dichos problemas con los recursos potenciales generados en su ámbito territorial. Ello no quiere decir que la solución a las descompensaciones existentes deba siempre buscarse en el propio ámbito de cada Plan, puesto que pueden existir soluciones más adecuadas basadas en el empleo de recursos procedentes de sistemas de otros ámbitos, que se hallen más próximos o en los que el nivel de utilización de su potencial sea menor.

A este nivel de agregación, el análisis mediante los índices de explotación y consumo conduce al mapa de riesgo de escasez que se muestra en la figura 279. En él puede apreciarse la escasez estructural en el ámbito del Plan del Segura y un riesgo de escasez coyuntural en los del Júcar y el Sur, cuyos niveles de consumo agregados se hallan relativamente próximos al valor de los recursos potenciales. En el resto de los Planes no existen problemas de escasez de carácter global, aunque, como ya se ha comentado, se presenten problemas localizados en determinados sistemas de explotación.

Figura 277. Mapa de déficit ($\text{hm}^3/\text{año}$) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos



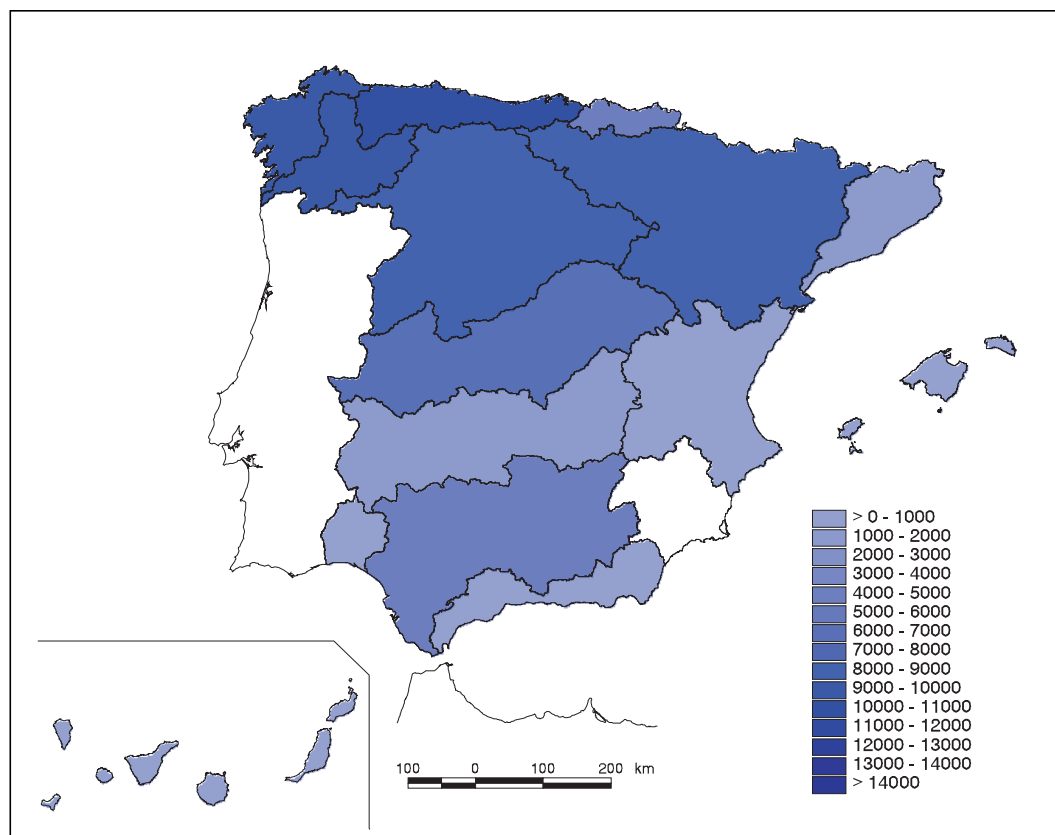


Figura 278. Mapa de superávit (hm³/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

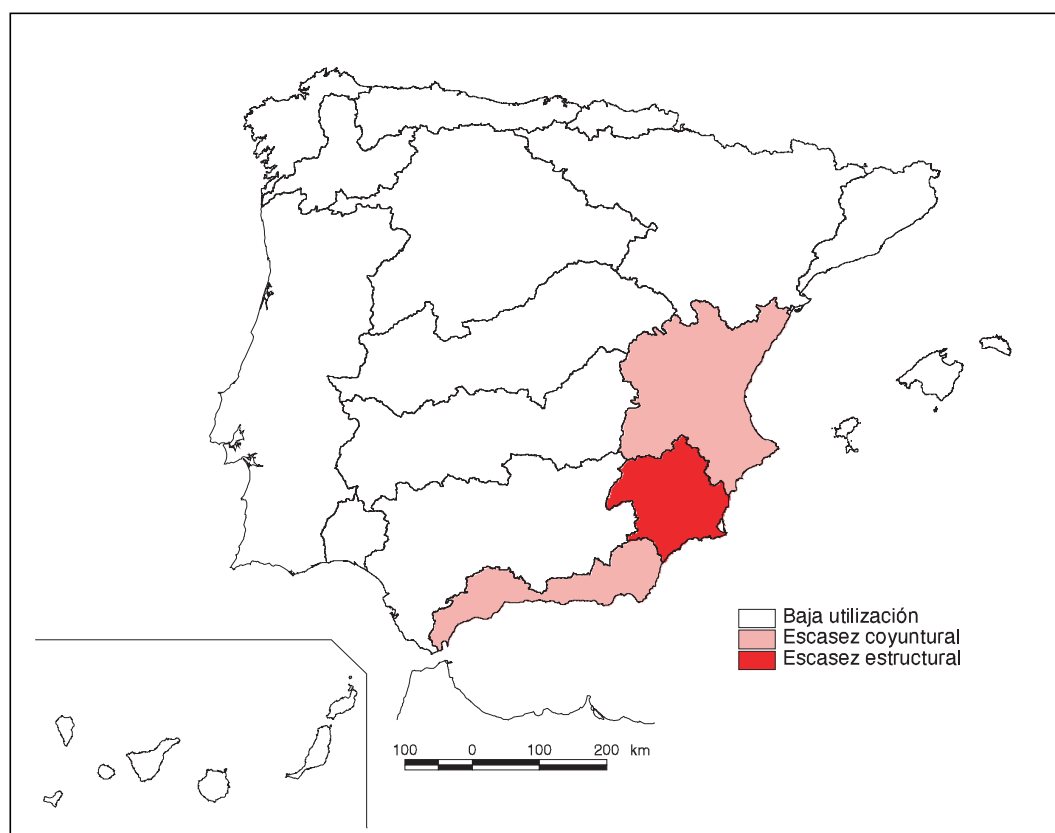


Figura 279. Mapa de riesgo de escasez en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

3.5.2. Modelación analítica del sistema de utilización

3.5.2.1. Introducción

El modelo cartográfico precedente es útil para verificar, en un análisis preliminar, la discordancia clásica en el ámbito de la planificación y gestión de recursos hídricos entre la localización del recurso y la localización de los usos, así como la discordancia en valores medios entre la oferta natural del recurso y la demanda. Este es el significado estricto cuando el análisis se efectúa a escala de la celda elemental considerada.

Cuando el análisis se efectúa en el ámbito de un sistema de explotación con las hipótesis realizadas en el apartado anterior, el resultado es una cota máxima del aprovechamiento del recurso, y su utilidad consiste en identificar de forma homogénea, rápida y transparente aquellas unidades que inequívocamente se encuentran en situación de escasez, y aquellas unidades que pudieran encontrarse en relación muy favorable entre la oferta y la demanda. El mismo significado tiene el resultado cuando el análisis se efectúa a escala de ámbitos territoriales de planificación.

Se trata, por tanto, de un primer encaje de las grandes cifras resultantes de la confrontación entre recursos y demandas, que constituye un paso previo necesario para enmarcar análisis posteriores de mayor detalle. En definitiva, el modelo cartográfico descrito permite disponer de un procedimiento para llevar a cabo, de manera clara y sencilla, pero homogénea y rigurosa, una contabilidad territorial simplificada del balance entre recursos y demandas, e identificar inicialmente las áreas donde debe centrarse la atención.

Sin embargo, si se pretende disponer de una evaluación más realista de la situación en estas áreas, y de las posibilidades de actuación en el ámbito nacional, es preciso efectuar el análisis teniendo en cuenta la variabilidad temporal de los recursos e introduciendo dos aspectos fundamentales para su explotación: los elementos de regulación y transporte (tanto artificiales -conducciones y embalses-, como naturales -ríos y acuíferos-), y la gestión de los sistemas.

Es absolutamente necesario tener en cuenta la variabilidad temporal de los recursos, puesto que, como se ha mencionado antes, el uso de valores medios anuales solo permite encontrar cotas superiores de aprovechamiento del recurso en la hipótesis de que fuera posible eliminar totalmente dicha variabilidad, lo cual no es factible en la mayor parte de los casos. Para introducir dicha variabilidad se hace necesario extender el análisis a periodos de tiempo de longitud igual a la vida útil de los sistemas (o al menos de un orden de magnitud comparable), y contemplar como unidad elemental de

tiempo una fracción del ciclo anual que suponga un equilibrio entre la adecuada representación de la variabilidad y la complejidad de cálculo (normalmente se adopta el mes como unidad de tiempo).

Los elementos de regulación artificial y natural (embalses y acuíferos) son necesarios en el análisis, pues precisamente de ellos va a depender la capacidad del sistema de compensar el desequilibrio temporal entre la oferta y la demanda.

Finalmente, la gestión de los sistemas es un aspecto importantísimo, más importante cuanto mayor sea el grado alcanzado de desarrollo del recurso y más ajustada esté la relación entre los valores medios de la oferta y la demanda. La transcendencia de la gestión es tal que una gestión eficiente puede suponer un ahorro importante de inversión en infraestructura, tanto de regulación como de transporte, mientras que una gestión ineficiente puede llegar incluso a anular los beneficios esperados de dichas infraestructuras. En este sentido, es vital realizar una gestión eficiente, no solo a escala elemental (por ejemplo, de un embalse, o de un acuífero), sino también a escala global dentro de los sistemas de explotación y de los ámbitos territoriales de planificación, y de forma integrada entre los recursos de distinto origen. En este último aspecto, es esencial considerar, donde sea posible y pertinente, la utilización conjunta de recursos superficiales y subterráneos, pues con ella se obtiene un mejor aprovechamiento del recurso con menores infraestructuras y mayores garantías.

Para realizar de forma adecuada el análisis con la introducción de estos aspectos fundamentales antes mencionados, y dada la complejidad y grado de desarrollo de los esquemas de aprovechamiento en la mayor parte de las cuencas españolas, es imprescindible recurrir al análisis de sistemas y utilizar herramientas que permitan la simulación y la optimización de la gestión del recurso ante distintas alternativas de infraestructura y de gestión, y ante distintos escenarios futuros.

El empleo de estas tecnologías debe hacerse a distintas escalas. Por una parte, debe utilizarse en cada ámbito de planificación para el análisis de sus diversos sistemas de explotación, así como para el análisis global del ámbito completo, tal y como recomienda la Orden Ministerial de 1992. Por otra parte, debe utilizarse en el ámbito nacional si se contemplan posibilidades de interacción entre Planes. Como es obvio, en cada una de las escalas mencionadas se debe utilizar un grado de detalle diferente y, por lo tanto, un esquema conceptual diferente.

Las primeras escalas corresponden, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley de Aguas, a los trabajos propios de los contenidos obligatorios de los Planes

Hidrológicos de cuenca, mientras que la última escala corresponde, de acuerdo con el artículo 43, a los trabajos necesarios para cumplir con el contenido obligatorio del Plan Hidrológico Nacional. Estos últimos trabajos deberían basarse en los primeros, siempre que éstos respondieran a unos criterios que permitieran considerarlos suficientemente homogéneos.

Para evaluar los sistemas de utilización del agua, los distintos Planes Hidrológicos de cuenca han definido un conjunto de sistemas de explotación, al que se ha hecho referencia en capítulos previos, a partir de los cuales han realizado los correspondientes balances entre recursos y demandas. El resultado de estos balances arroja un déficit en la situación actual de unos 3.500 hm³ anuales, concentrados, fundamentalmente y en términos volumétricos, en los ámbitos de los Planes del Guadalquivir, Guadiana I, Segura, Sur y Júcar, como puede apreciarse en la figura 280.

Pero hay que precisar que esta cifra resulta de la agregación de estimaciones muy diferentes y, por lo tanto, es matizable. El análisis de los Planes de cuenca revela que han sido empleados distintos procedimientos y metodologías de análisis, con diferentes interpretaciones de algunos conceptos y niveles de precisión heterogéneos. Las demandas no han sido tratadas con suficiente homogeneidad y los criterios de garantía empleados según los diversos usos, cuando se especifican, llegan a diferir notablemente. A todo ello hay que añadir

que, en general, no se han seguido las recomendaciones de la Orden Ministerial de 1992 en cuanto a la elaboración de un sistema único de la totalidad de cada cuenca para efectuar el análisis global de su explotación.

Para salvar todas estas dificultades, que pueden distorsionar, al menos en cierta medida, los análisis de tipo comparativo, y poder realizar los balances con la homogeneidad que requiere un Plan Nacional, en los trabajos de preparación del Libro Blanco se decidió acometer la construcción de un sistema unificado de explotación de recursos hídricos que comprendiera el territorio de los ámbitos de los Planes Hidrológicos peninsulares y que permitiera efectuar un análisis de carácter global. El sistema se ha construido sobre la base de un conjunto de herramientas de ayuda a la decisión para la gestión de recursos hidráulicos que permiten analizar su comportamiento en distintos escenarios y posibilitan la evaluación de las disponibilidades de recursos, el grado de satisfacción de las demandas y los balances hídricos resultantes (Andreu et al., 1995).

Como instrumento inicial se ha optado por elaborar, dentro de las herramientas disponibles, un modelo de optimización que sirve para realizar un primer encaje de las grandes alternativas de actuación y una selección inicial de escenarios de acuerdo con el marco previo establecido mediante el modelo cartográfico anterior. Si del estudio de las alternativas planteadas en la elaboración del Plan Hidrológico Nacional así se mostrara

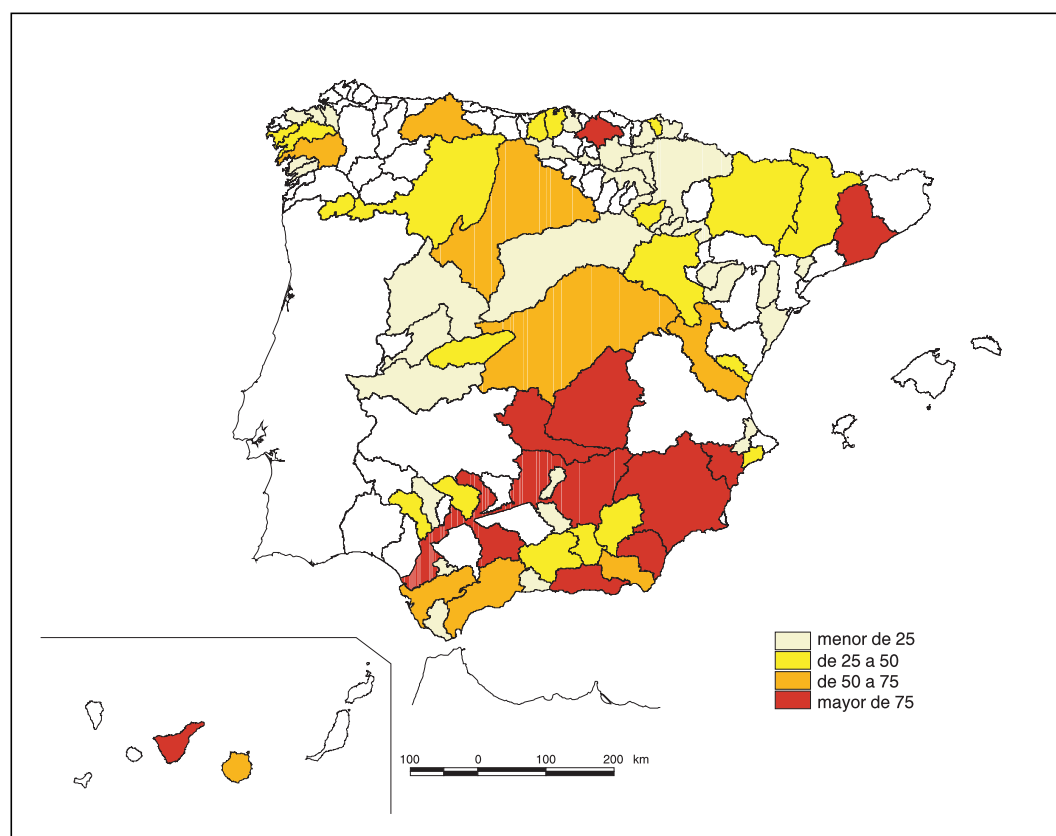


Figura 280. Mapa de déficit (hm³/año) en los sistemas de explotación definidos en los Planes de cuenca

necesario, de este modelo de optimización unificado se pueden extraer subsistemas para su análisis por separado, o bien elaborar esquemas jerárquicos simplificados encaminados a resaltar un aspecto importante del Plan.

El modelo ha sido empleado en la evaluación de los recursos actualmente disponibles, tal y como ha sido descrito en el correspondiente capítulo. Ha permitido, por otra parte, disponer de un soporte unificado, ordenado e inteligible de la información más relevante del actual sistema de utilización del agua en la península, dando así cumplimiento a uno de los objetivos previstos al elaborar este Libro.

El modelo permite, además, analizar, con criterios homogéneos, la actual situación en las diferentes cuencas con la última información hidrológica disponible, comprobando el grado de satisfacción de las demandas existentes y futuras, de acuerdo con las previsiones sobre su evolución, y evaluar el efecto de las políticas de protección medioambiental y de los distintos escenarios de crecimiento socioeconómico o de desarrollo de los sectores agrario, energético e industrial. Asimismo, se puede valorar la idoneidad de las diferentes posibilidades de actuación en cuanto a gestión de las demandas o incremento de la oferta de recursos hídricos.

A partir de este modelo de optimización, y si se considerara necesario en el desarrollo de los trabajos del Plan Hidrológico Nacional, es posible elaborar un modelo de simulación para validar y refinar las alter-

nativas estudiadas previamente con el actual modelo de optimización, permitiendo, además, incorporar aspectos más detallados que puedan ser relevantes. Dicho modelo de simulación permitiría, por ejemplo, un análisis más completo de los aspectos relacionados con la incertidumbre y el riesgo.

3.5.2.2. Esquema general

El esquema de optimización diseñado, referido a la situación actual, está constituido por las infraestructuras principales (presas, azudes y conducciones), las demandas existentes con sus puntos de retorno, los tramos fluviales, las aportaciones hidráulicas y los nudos de confluencia de ríos o de incorporación de aportaciones.

Las aguas subterráneas y su explotación se tienen en cuenta de forma implícita en este modelo mediante su influencia en las aportaciones consideradas, ya sean detracciones por efecto de la extracción, como sería el caso del río Júcar respecto al acuífero de la Mancha Oriental, o incrementos por efecto de las recargas (por ejemplo, por retornos de riego); mediante la inclusión de los déficit de sobreexplotación como demandas ficticias, como en algunas unidades de la cuenca del Segura; o mediante la modificación de los criterios de garantía aceptables. En el modelo de simulación que, en su caso, se desarrolle a partir de este modelo de

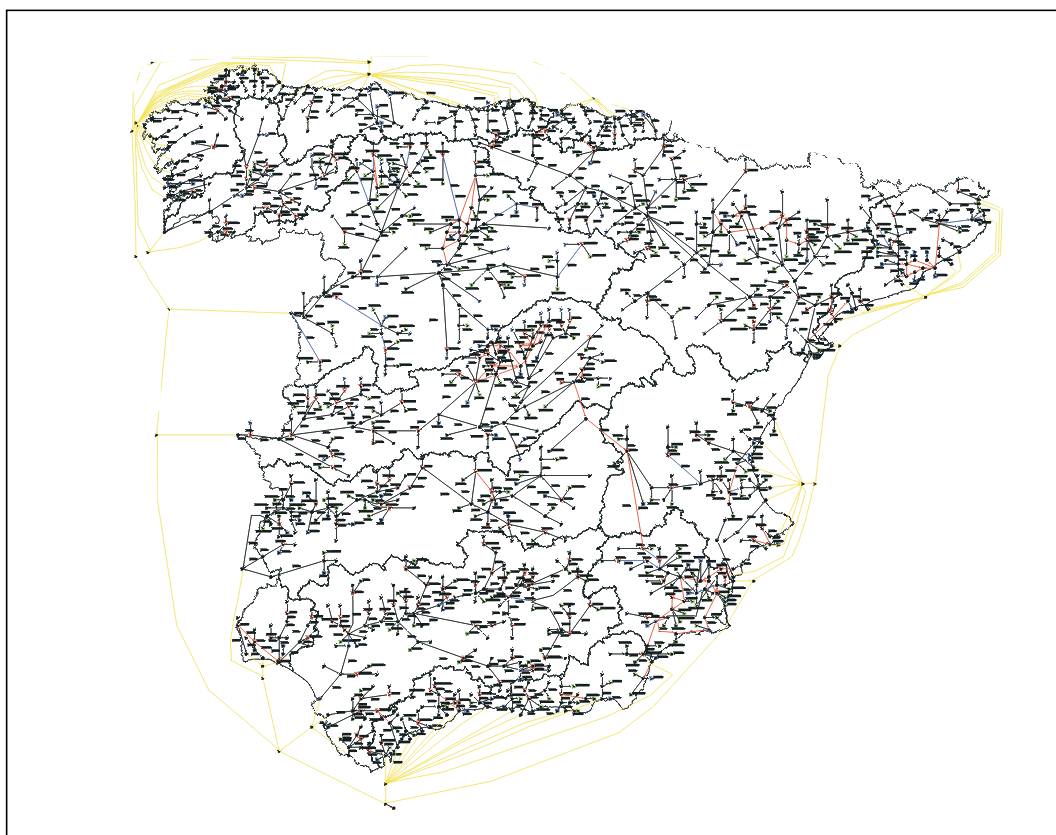


Figura 281. Esquema del sistema unificado de explotación de recursos hídricos

optimización, y en función de las alternativas contempladas en la elaboración del Plan Nacional, se podrían incluir de forma explícita, mediante los correspondientes modelos de acuíferos, aquéllos que se consideren relevantes a dichos efectos.

El aspecto general del esquema, de gran detalle y complejidad, se puede observar en la figura 281.

Las siguientes figuras muestran, como ejemplo, las ampliaciones correspondientes a los esquemas de las

cuenas del Júcar y del Segura, tal y como resultan extraídos de este sistema unificado. (fig. 282 y fig. 283)

El esquema incluye diferentes tipos de demanda (abastecimiento, regadío, industrial, recreativa y mixta), caracterizadas por el volumen anual y la distribución temporal de los suministros necesarios, el nivel de garantía exigido y el retorno.

Los embalses, o grupos de embalses, seleccionados en el esquema representan del orden del 95% de la capa-

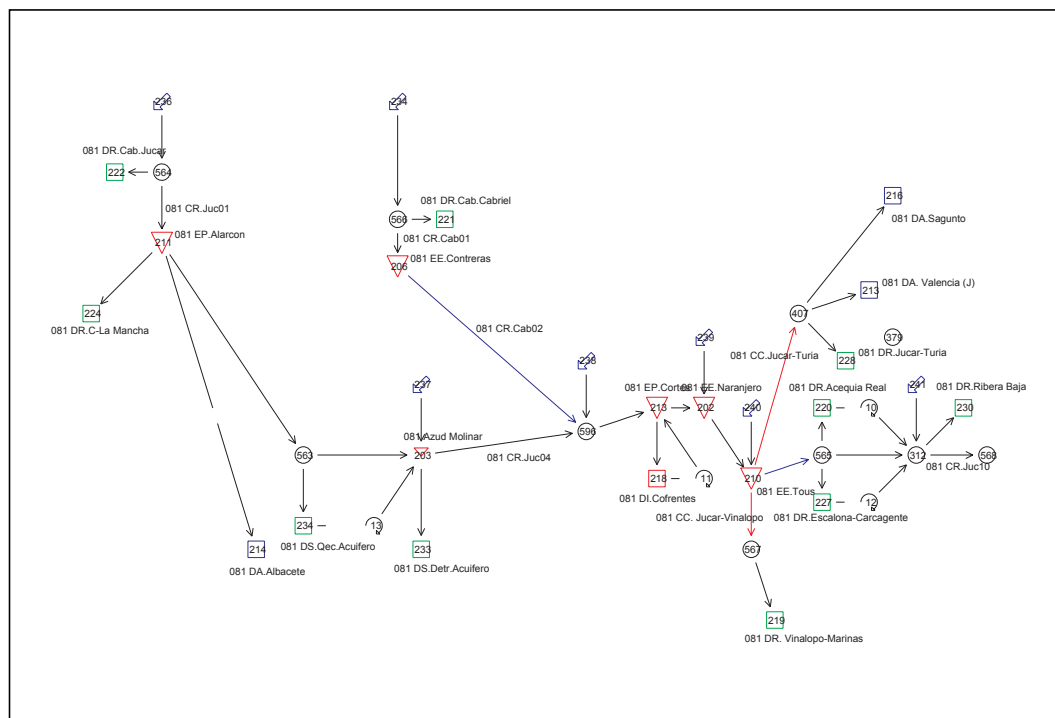


Figura 282. Detalle del esquema de optimización de la cuenca del río Júcar

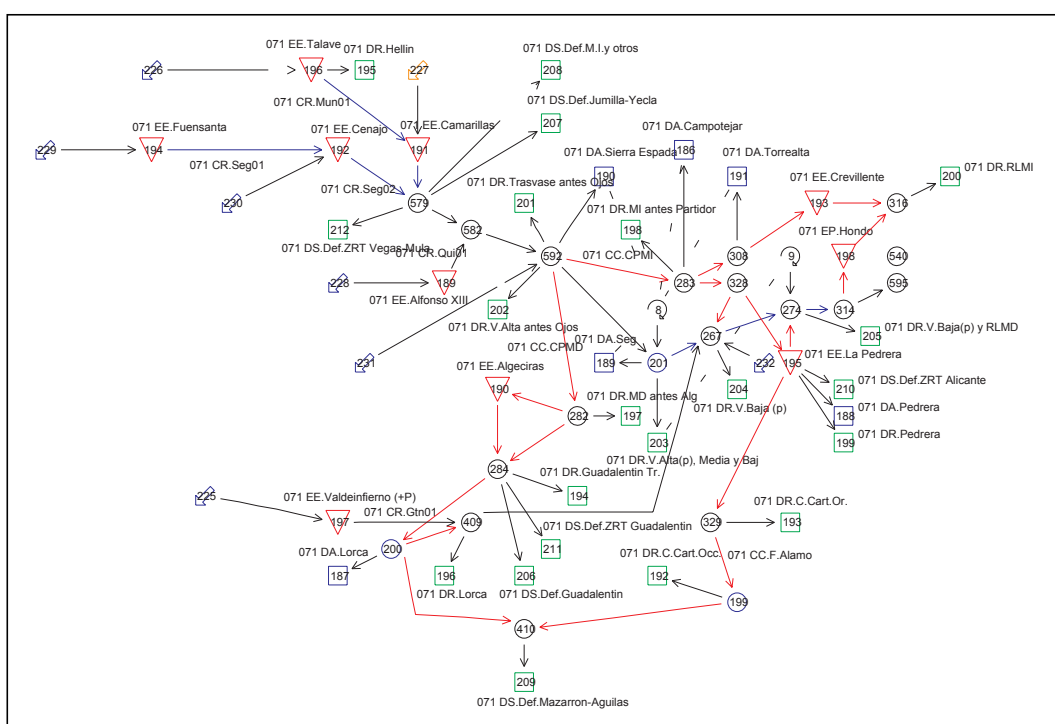


Figura 283. Detalle del esquema de optimización de la cuenca del Segura

cidad total de embalse en España. Se caracterizan por sus volúmenes máximos, variables mensualmente para tener en cuenta las posibilidades de laminación de avenidas, sus capacidades de almacenamiento y superficies inundadas para distintas cotas de agua embalsada, y las evaporaciones en el área de cada embalse, obtenidas con el modelo de evaluación de recursos naturales anteriormente descrito. A efectos de posibles análisis posteriores se han distinguido los embalses del Estado de los pertenecientes a particulares, Ayuntamientos o Comunidades.

La red fluvial está constituida por los ríos más importantes (aquellos cuya aportación media anual en régimen natural es superior a 50 hm³/año). Las aportaciones naturales se incluyen como series mensuales que se incorporan al esquema en unos 350 puntos, correspondientes a embalses o a nudos de la red fluvial.

Los requerimientos ambientales se introducen de dos formas: como unidades específicas, que representan las necesidades hídricas de las zonas húmedas, o como caudales mínimos que deben circular por los diferentes tramos fluviales y que pueden variar mensualmente.

3.5.2.3. Unidades de demanda

El esquema incluye demandas de abastecimiento, regadío, industriales, refrigeración, recreativas (fundamentalmente campos de golf) y mixtas, correspondientes al caso en que varios usos, generalmente abastecimiento y regadíos, compartan una misma infraestructura de transporte. Las demandas se caracterizan, de acuerdo con el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, por el volumen anual, la distribución temporal de los suministros necesarios, el nivel de garantía exigido, el orden de prioridad y la cuantía y punto de restitución del retorno.

3.5.2.3.1. Demandas urbanas

Para la inclusión de estas demandas en el esquema se ha comenzado por la localización de poblaciones de más de 50.000 habitantes, agregando aquellas que disponen del mismo origen del suministro. Un mapa con la representación de estas poblaciones se ofreció anteriormente, al tratar, en el marco socioeconómico, de la población española y su distribución espacial.

Para la incorporación de las demandas correspondientes al resto de poblaciones se ha utilizado la información contenida en los Planes Hidrológicos de cuenca y se ha procedido a su agregación considerando como unidades de demanda urbana aquellas donde se puede computar y asignar a un punto determinado un consu-

mo anual igual o superior a 4 hm³. Se han considerado los siguientes casos:

- Un núcleo con un solo punto de captación que supere o iguale esta cantidad.
- Un núcleo con una demanda de este orden con varios puntos de captación distintos.
- Un punto de captación concreto del cual se emplea para abastecimiento la cantidad establecida. Este sería el caso de canales que toman de un río, o conducciones que toman de un embalse, y abastecen, por ejemplo, a varias poblaciones distintas que se encuentran distanciadas entre sí.
- Varios puntos de captación distintos y varios consumidores distintos, pero gestionados conjuntamente. El caso más típico sería el de las Mancomunidades o poblaciones que son abastecidas por empresas supramunicipales de gestión, cuando los distintos núcleos participan de las distintas captaciones.

Además, se asimilan a unidades de demanda urbana zonas con una densidad de núcleos suficiente para que, aunque no estén mancomunados y tengan abastecimientos independientes, su proximidad geográfica y el origen de los recursos los haga asimilables a efectos de cómputo de demandas a una sola población.

No se debe olvidar que se está hablando de consumos anuales, por lo que se deben considerar también poblaciones o núcleos turísticos en los que, debido al aumento de la población estacional, se superen los 4 hm³ anuales.

Cuando la demanda es inferior a 4 hm³/año, las demandas se han agrupado por tramos de río.

A efectos de su modelación en el sistema global, las demandas urbanas se caracterizan por su volumen anual, su distribución mensual, el nivel de prioridad respecto a otras demandas, el coeficiente de retorno, la garantía del suministro y los niveles de atención de la demanda, que persiguen una distribución equitativa de los recursos en situaciones de escasez.

Para el coeficiente de retorno se adopta como valor general un 80% del suministro, siguiendo las recomendaciones contenidas en la Orden Ministerial de 24 de septiembre de 1992, por la que se aprueban las instrucciones y recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuencas intercomunitarias.

En cuanto al criterio de garantía, según estas recomendaciones se considera satisfactorio el suministro de abastecimiento cuando el déficit en un año no supera el 10% de la demanda, en dos años consecutivos el 16% de la demanda anual y en 10 años consecutivos el

30% de dicha demanda. Pese a ser éstos los niveles más exigentes de la horquilla recomendada por la O.M., la idoneidad de tales umbrales recomendados ha sido seriamente cuestionada por Sánchez López (1995), sugiriéndose la conveniencia de reducirlos a cuantías inferiores, menos tolerantes con las deficiencias del suministro.

En efecto, tales umbrales propuestos tienen su origen en los criterios empleados por grandes sistemas de abastecimiento para caracterizar situaciones de sequía. Así, el Canal de Isabel II considera como garantía objetivo que no sea necesario incidir en la disminución de consumos más de un 4% de los años, y que esta disminución sea inferior al 9% de la demanda total anual (CYII, 1996). La realidad es que estas reducciones de disponibilidad hídrica pueden asumirse con ajustes internos en algunos servicios de estos grandes sistemas de suministro (como condiciones de riegos en parques y jardines públicos, etc.), sin que tales mermas lleguen a repercutir sensiblemente en el servicio al ciudadano. En sistemas menores, como los de la mayoría del país, tales posibilidades de reajustes se ven mucho más reducidas, por lo que, como certamente muestra Sánchez López, la aplicación de estos umbrales supondría un cumplimiento teórico del criterio de garantía mientras que, en la práctica, se estaría prestando un servicio inadmisibile.

Por esta razón, se ha considerado preferible adoptar, como criterio estándar de garantía para las demandas urbanas, el de práctica ausencia de fallos de suministro, lo que expresaremos operativamente mediante unos umbrales máximos de déficit anuales acumulados del 2, 3 y 10% para uno, dos y diez años respectivamente.

3.5.2.3.2. Demandas agrarias

La identificación de unidades de demanda agraria se ha efectuado con el objetivo principal de establecer en los regadíos unidades diferenciadas de gestión, en las que el origen y la cuantía de los recursos requeridos, las superficies de riego atendidas y la magnitud y destino de los retornos están definidos. No se han considerado las demandas hídricas de la ganadería por su escasa significación cuantitativa.

En los trabajos realizados se ha utilizado, como información fundamental, la incluida en la Documentación Básica y en el Plan Hidrológico de cada cuenca y, como información complementaria, la contenida en diversos documentos producidos por Organismos de las Administraciones central y autonómica y por otras entidades relacionadas con esta materia.

En cada caso, se ha partido de la relación de zonas de riego incluida en el Plan Hidrológico de cuenca, en la

que, para cada una de las zonas, se indica la superficie regada, el volumen anual asignado y, generalmente, el sistema o subsistema de explotación en que se sitúa. A continuación, utilizando la información básica y la complementaria citadas en el párrafo precedente, se ha procedido a delimitar las correspondientes unidades de demanda. Esta tarea se ha realizado considerando el origen del recurso empleado y la proximidad geográfica de las áreas abastecidas, y apoyándose, generalmente, en divisorias de cuencas de diverso orden y, en algún caso, en límites administrativos (términos municipales).

En la delimitación realizada se han diferenciado tres tipos básicos de unidades:

- Las correspondientes a zonas de regadío tradicional o de iniciativa pública, generalmente de gran extensión, cuyos límites coinciden con los correspondientes perímetros de riego
- Las ubicadas en los valles de los ríos de cierta importancia y en sus afluentes, que han sido delimitados apoyándose en las divisorias de cuenca
- Las correspondientes a regadíos frecuentemente dispersos en los que predomina el abastecimiento con aguas subterráneas, que han sido delimitadas considerando, según los casos, zonas de influencia de unidades hidrogeológicas, divisorias de cuenca y, en alguna ocasión, límites puramente administrativos.

El número de unidades de demanda identificadas en las cuencas intercomunitarias es de unas 700.

Utilizando la información cartográfica digitalizada cedida por diversos Organismos de la Administración y otras entidades y la existente en el CEDEX se ha elaborado, para cada una de las cuencas citadas, un mapa de unidades de demanda agraria en el que se incluye la superficie regada, la dotación asignada y la demanda anual de cada una de ellas.

La figura 284 muestra la distribución territorial de las unidades de demanda agraria identificadas. En ella se han asignado diferentes colores para cada código de unidad.

Con el fin de poder asignar, de un modo rápido, a cada unidad de demanda, cualquier información adicional que tenga soporte geográfico (por ejemplo, estudios de identificación de zonas regadas mediante teledetección) se ha elaborado un procedimiento semiautomático basado en el cruce de la información referida a los regadíos con una capa de información geográfica que incluye las envolventes máximas de las unidades de demanda agraria obtenidas mediante la aplicación de criterios geográficos, hidrológicos, hidrogeológicos, administrativos, y otros relacionados con las particularidades de cada unidad.

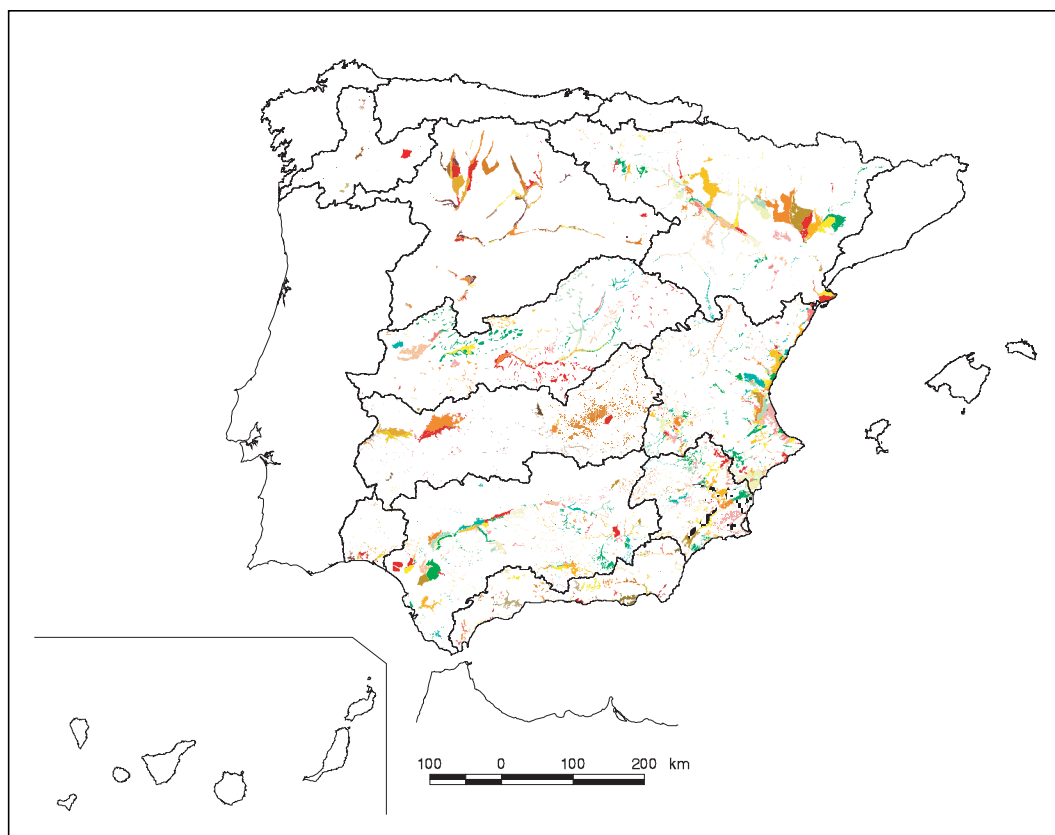


Figura 284. Mapa de Unidades de Demanda Agraria en los Planes de cuenca intercomunitarios

A efectos de su modelación en el sistema, las demandas agrarias, al igual que las de abastecimiento de poblaciones, se caracterizan por su volumen anual, su distribución mensual, el nivel de prioridad respecto a otras demandas, el coeficiente de retorno, la garantía del suministro y los niveles de atención de la demanda, que persiguen una distribución equitativa de los recursos en situaciones de escasez.

Para el coeficiente de retorno, siguiendo las recomendaciones de la Orden de 1992, se adopta un valor que depende de las dotaciones brutas anuales y que varía entre 0, para dotaciones inferiores a 6.000 m³/ha, y un 20% para dotaciones superiores a 8.000 m³/ha.

En cuanto a la garantía de servicio, se propone de forma generalizada considerar satisfactorio el suministro cuando el déficit en un año no supere el 50% de la demanda, en dos años consecutivos el 75% de la demanda anual y en 10 años consecutivos el 100% de dicha demanda.

Estos umbrales se encuentran fuera (son algo mayores) de la horquilla recomendada por la ya mencionada Orden de 24 de septiembre de 1992, pero son los concordantes con la experiencia internacional existente, engloban y promedian muy distintas situaciones de cultivos, aproximándose empíricamente a sus óptimos económico-productivos, y son los propuestos de forma estándar por los desarrolladores de este tipo de criterios de garantía (v. Estrada, 1994).

3.5.2.3.3. Demandas industriales y de refrigeración

Aunque básicamente el concepto de unidad de demanda industrial –no de refrigeración– es el mismo que para las demandas urbanas, aquí son más infrecuentes las demandas superiores a 4 hm³/año, por lo que se ha flexibilizado este límite. Además se tiene en cuenta la posible estacionalidad de algunas industrias, por lo que el límite se ha referenciado al consumo mensual de los meses en que está operativa (0,33 hm³/mes).

En los casos en que ello era admisible, se han incorporado a las unidades de demandas urbanas.

En cuanto a las demandas de refrigeración, en el modelo se han incluido las necesidades de refrigeración de las principales centrales térmicas y nucleares, cuya singularidad es su muy alto valor de coeficiente de retorno.

3.5.2.3.4. Otras demandas

En esta categoría se engloban las demandas de carácter recreativo, como los campos de golf, y las demandas mixtas, que representan aquellos casos en que varios usos, generalmente abastecimiento y regadíos, comparten una misma infraestructura de transporte.

3.5.2.4. Requerimientos medioambientales

Con objeto de introducir en el modelo los requerimientos ambientales previstos en los Planes

Hidrológicos, se han identificado conceptualmente las distintas situaciones posibles establecidas en estos Planes, tipificando tales situaciones, a efectos de su modelación matemática, en unidades específicas de demanda o condiciones de circulación de flujos.

El mapa de la figura 285 muestra - de forma no exhaustiva - algunos de los puntos, de distintas tipologías, en los que se han establecido requerimientos medioambientales en forma de circulación mínima en tramos fluviales, o en forma de volumen mínimo a mantener en embalses, volumen para atender las demandas de humedales o espacios naturales protegidos, y volumen para defensa de la intrusión salina en algunos acuíferos.

3.5.2.5. Recursos hídricos superficiales

Para la construcción del esquema de la red fluvial se han seleccionado aquéllos ríos cuya aportación media anual es superior a 50 hm³/año. Para identificar los ríos que cumplen esta condición se ha utilizado el modelo de evaluación de recursos naturales descrito en apartados anteriores.

El criterio utilizado conduce a la selección de 246 ríos. La aportación media anual del conjunto de estos ríos es de unos 99.000 hm³/año, lo que representa el 90% de la aportación media anual total en la península (110.000 hm³/año), por lo que se considera que la

selección efectuada representa de forma suficientemente completa el esquema fluvial básico peninsular.

La red fluvial así construida se subdivide en tramos separados por embalses o nudos, de acuerdo con la configuración real del sistema de explotación.

Las aportaciones se introducen en forma de series de valores mensuales que se incorporan en embalses o nudos de la red fluvial. Estos valores representan los volúmenes mensuales que habrían circulado si se hubiera mantenido el régimen natural de flujos. Para obtener dichos valores es preciso restituir este régimen natural a partir de los valores registrados en estaciones de medida o reproducir, mediante modelos matemáticos, el proceso de generación de la esorrentía a partir de datos de precipitación.

Los datos utilizados corresponden a las series históricas registradas. No se han empleado en esta fase del trabajo series sintéticas obtenidas mediante técnicas de hidrología estocástica. Estas series artificiales permitirían realizar un análisis de sensibilidad del comportamiento del sistema frente a variaciones en los recursos naturales, por lo que se considera más apropiada su utilización en trabajos posteriores.

Sí se han utilizado, en cambio, dos juegos diferentes de series de datos. Por una parte las empleadas en el análisis de los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos de cuenca y, por otra, las nuevas series

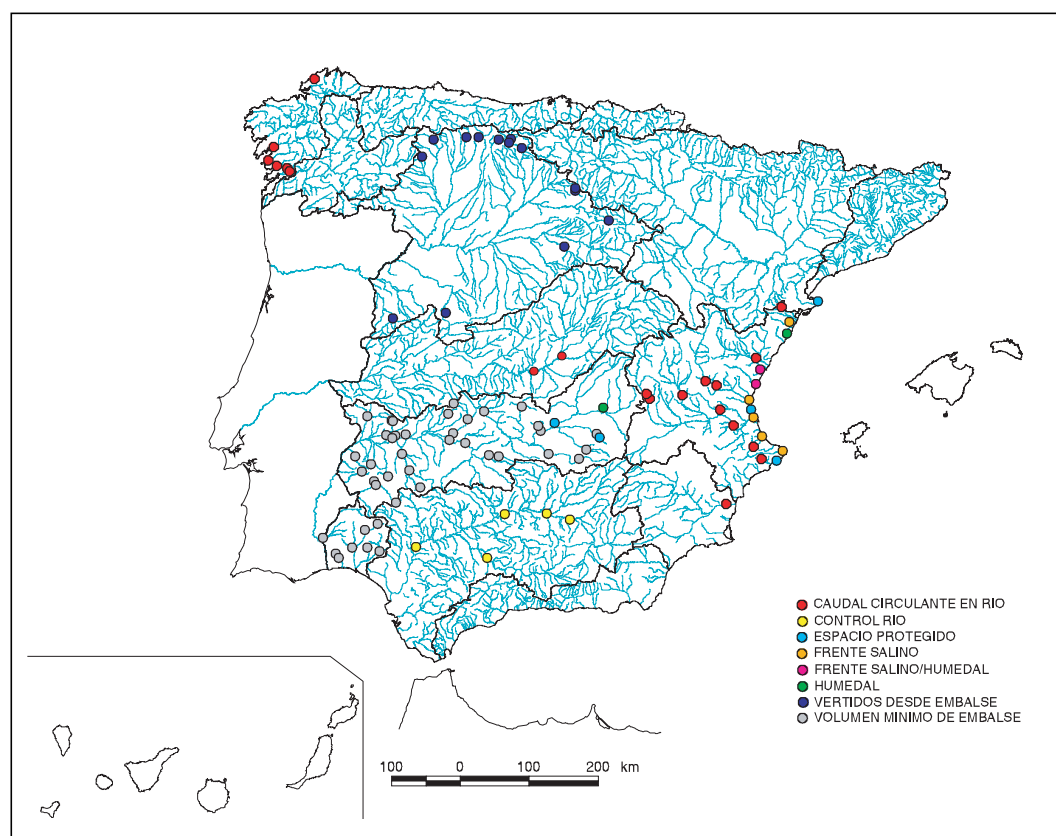


Figura 285. Mapa indicativo de algunos puntos seleccionados y tipologías de requerimientos medioambientales

generadas mediante el modelo matemático de simulación del régimen natural descrito en capítulos previos. Este segundo grupo de series, como ya se comentó, tiene las ventajas de la homogeneidad del proceso de cálculo y de la actualidad del periodo de análisis, que ha podido extenderse hasta el año 1995/96, con lo que se incorporan los posibles efectos de la última sequía.

Los puntos de incorporación de series de aportaciones al esquema se han seleccionado teniendo en cuenta la configuración de la red fluvial, la situación de los embalses y la ubicación de los principales nudos de consumo. Se han elegido cerca de 350 puntos que reproducen con suficiente aproximación la distribución territorial de los recursos naturales en el territorio peninsular. La situación de estos puntos se representa en la figura 286.

Dado el procedimiento utilizado por el modelo de optimización del sistema, las series de aportaciones deben introducirse de forma incremental, es decir, cada serie debe representar los valores mensuales de escorrentía que se producen entre el punto en cuestión y el punto de incorporación situado inmediatamente aguas arriba.

Puesto que en la mayoría de los casos las series de aportaciones eran acumuladas, ha sido preciso diseñar un procedimiento que, teniendo en cuenta la topología de la red, obtenga las series incrementales a partir de las series acumuladas.

En el caso de las series de aportaciones naturales utilizadas en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos de cuenca ha sido preciso, además, adaptar los datos para obtener los valores correspondientes a los puntos seleccionados y unificar los formatos de presentación de los diferentes Planes. Para generalizar este proceso de adaptación, se ha diseñado un programa que permite la gestión y modificación de estos datos.

3.5.2.6. Recursos hídricos subterráneos

Las aguas subterráneas y su explotación se tienen en cuenta de forma implícita en el modelo de optimización mediante los siguientes procedimientos:

- Su influencia en las aportaciones consideradas, ya sean detracciones por efecto de la extracción, o incrementos por efecto de las recargas (por ejemplo, por retornos de riego). Este es el caso, por ejemplo, del acuífero de la Mancha Oriental en la cuenca del Júcar, en que la detracción debida a los bombeos de los riegos de la zona de Albacete se resta a las aportaciones del río Júcar en el tramo comprendido entre el embalse de Alarcón y el de Embarcaderos.
- La inclusión de la fracción de sobreexplotación que se desee eliminar como demandas para el sistema superficial. Tal sería el caso, por ejemplo, del acuífero del Guadentín, en la cuenca del Segura.

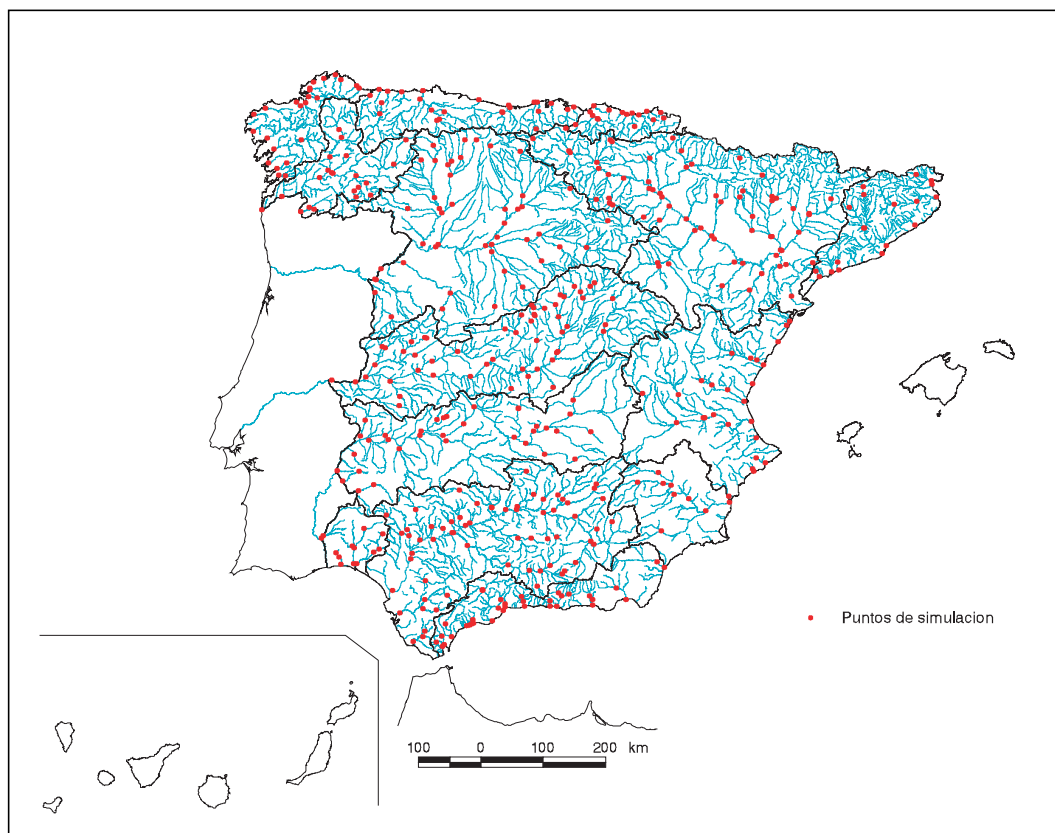


Figura 286. Mapa de puntos de incorporación de series de aportaciones

- La modificación, a efectos computacionales, de los criterios de garantía aceptables. Es el caso, por ejemplo, de las demandas de la Ribera del Júcar, donde el acuífero de la Plana Sur permite relajar el criterio de garantía de las mismas, al suponer una reserva disponible en épocas de sequía. Otro caso similar es el de la demanda urbana de Madrid, donde el acuífero de Madrid permitiría también relajar el criterio de garantía de dicha demanda.
- Incluyendo el rango admisible de variación de volumen como un embalse más del sistema. Tal es el caso de algunos acuíferos costeros, como el de la Plana de Castellón, en el que el rango de variación de volumen viene dado por el rango utilizado en la explotación conjunta alternativa. El fenómeno de la intrusión salina puede paliarse utilizando esta posibilidad de explotación conjunta alternativa.

Como criterio general, no se han contemplado aquellos acuíferos que no presentan posibilidades de utilización conjunta de relevancia para la planificación hidrológica nacional, pues es con el grado de detalle propio de los Planes de cuenca como se puede evaluar el potencial de utilización conjunta de estos acuíferos.

En el modelo de simulación que pueda construirse a partir del de optimización, y en función de las alternativas contempladas en la elaboración del Plan Nacional, se pueden incluir de forma explícita, mediante los correspondientes modelos de acuíferos, aquellos que se consideren relevantes tras el análisis de optimización. Las posibilidades de inclusión de acuíferos del modelo de simulación incluyen desde procedimientos analíticos simplificados a procedimientos numéricos distribuidos con discretización en elementos finitos o diferencias finitas.

3.5.2.7. Recursos no convencionales

Los recursos procedentes de la desalación de agua de mar se introducen como series de aportaciones mensuales, con una modulación adaptada al ritmo de producción de agua desalada.

Por su parte, las posibilidades de reutilización directa se incorporan como elementos de retorno en aquellos nudos de donde derivan las demandas que emplean estos recursos.

3.5.2.8. Infraestructuras

En el sistema de explotación se han introducido aquellos embalses que resultan fundamentales desde el punto de vista de la regulación general de cada una de las cuencas. Teniendo en cuenta la escala de trabajo se

ha realizado un esfuerzo de simplificación de los esquemas procurando no perder información significativa a efectos de reproducir adecuadamente el comportamiento del sistema. Para ello se han considerado dos parámetros: la capacidad de los embalses y su desembalse medio anual. El primero de los datos se ha obtenido del Inventario de Presas en elaboración, mientras que el segundo se ha obtenido de la base de datos HIDRO. En los casos en que no se disponía de esta última información o el embalse era de construcción reciente, y por tanto disponía de datos poco representativos, se ha procedido a estimar las entradas a dicho embalse a partir de la información hidrológica de estaciones próximas.

Empleando los dos parámetros citados se han utilizado los siguientes criterios para hacer una primera preselección de los embalses a considerar:

- Se consideran todos los embalses que disponen de una capacidad superior a 200 hm³
- No se considera ningún embalse con capacidad inferior a 10 hm³
- No se considera ningún embalse cuyo desembalse medio anual sea inferior a 10 hm³/año
- De los restantes embalses (comprendidos entre 10 y 200 hm³) solo se consideran aquéllos cuya relación entre capacidad y desembalse es superior a 0,3.

Esta preselección fue posteriormente depurada de acuerdo con la experiencia del personal técnico de las Oficinas de Planificación de las Confederaciones Hidrográficas, eliminando o agregando algunos embalses e identificando las posibles uniones de embalses que no representan afecciones importantes al comportamiento del sistema

El volumen útil disponible para la regulación se ha estimado, por defecto, en el 95% de la capacidad total de cada embalse, reservando el 5% restante para resguardos y volumen muerto. En el caso de disponer de los datos reales de un embalse concreto, éstos han sido los que se han introducido.

A efectos de su modelación en el sistema los embalses se caracterizan, además de por el embalse útil, que puede variar mensualmente, por la batimetría, o relación entre volumen embalsado y superficie inundada, y por la tasa de evaporación mensual. Para obtener unos valores de evaporación homogéneos y comparables se han utilizado los resultados del modelo de recursos en régimen natural descrito en apartados precedentes, concretamente los valores medios mensuales de evaporación del periodo de análisis. La distribución territorial de los valores medios anuales se muestra en la figura 287.

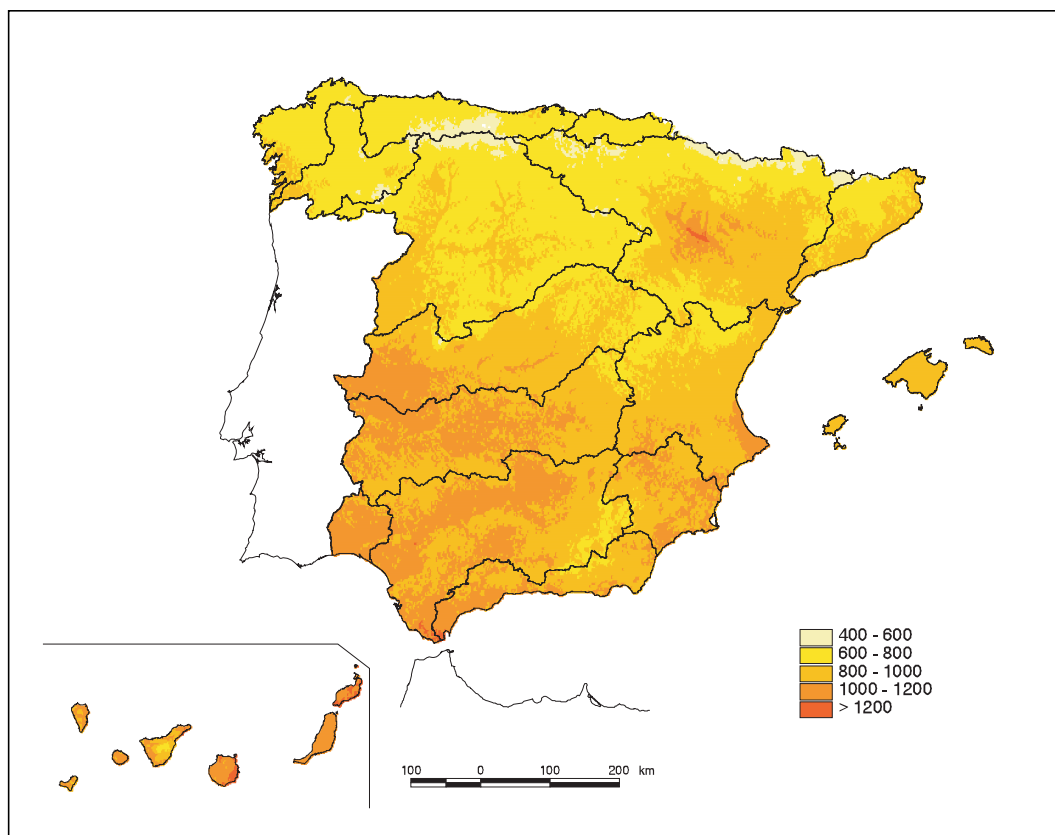


Figura 287. Mapa de Evaporación media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96)

Los valores de batimetría se han obtenido, en la mayoría de los casos, de los estudios realizados para los Planes Hidrológicos de cuenca.

Finalmente, a cada embalse se le puede asignar un número de prioridad que permite reflejar las preferencias en cuanto a origen de los suministros desde unos embalses u otros.

En el sistema solo se han considerado aquellas conducciones que suponen transferencias de recursos entre ríos. Las conducciones que permiten atender demandas situadas en la misma cuenca del punto de toma no han sido consideradas, sino que directamente se han ubicado las demandas en dicho punto de toma.

En cuanto a su modelación las conducciones se caracterizan por un caudal mínimo nulo y un caudal máximo igual a su capacidad de transporte, que podría variar mensualmente.

Finalmente, el modelo también incorpora unas conducciones ficticias que permiten contabilizar las series de salidas al mar de cada ámbito de planificación y del total peninsular.

3.5.3. Conclusiones

El análisis cartográfico realizado ha permitido identificar, de forma homogénea y técnicamente transparente, aquellas unidades territoriales (sistemas de explotación o ámbitos de planificación) que, inequívocamente, se encuentran en situación de escasez, aún en un supuesto de aprovechamiento exhaustivo de todos sus recursos.

Asimismo, ha posibilitado la identificación aquellas otras con un saldo nítidamente favorable en su balance entre la oferta de recursos y las demandas.

Tras este encaje inicial del modelo cartográfico, de naturaleza puramente territorial, es preciso recurrir a análisis más concretos y minuciosos, pero ya centrados en las grandes zonas identificadas anteriormente. Para ello se ha desarrollado el modelo analítico descrito, que incorpora el detalle propio de los elementos que constituyen los sistemas de explotación, y que puede permitir, en el marco de la planificación hidrológica nacional, verificar la viabilidad técnica de las diferentes alternativas que se planteen tras el debate de este Libro.

Como ya se dijo, aspectos básicos como la variabilidad temporal, los problemas de regulación, las garantías de suministro, las tendencias en los consumos y su proyección futura, etc., deberán analizarse específicamente en ese contexto.

3.6. EXPERIENCIAS DE TRASVASES INTERCUENCAS

Una vez descritos los recursos, demandas y situación de los sistemas de explotación, procede analizar las principales actuaciones estructurales que se han lleva-

do a cabo para interconectar estos sistemas y superar los desequilibrios hídricos territoriales, que son los trasvases intercuenas.

En primer lugar hay que apuntar que no hay derivación y aprovechamiento de cierta entidad que no constituya, en sentido estricto, un trasvase intercuenas. Así, por ejemplo, los abastecimientos urbanos de Madrid, Barcelona, Valencia o Bilbao se nutren de trasvases intercuenas, y son numerosas las zonas de riego que reciben aguas no estrictamente procedentes de la subcuenca donde se asientan.

La discusión sobre trasvases intercuenas ha de tener esto siempre presente, y no olvidar que se trata, más que de una aceptación o rechazo *conceptual* sobre los trasvases, que es impropio dada su absoluta necesidad teórica, de una discusión sobre el *alcance de las escalas* a las que pueden realizarse estas transferencias, y sus condiciones de aceptabilidad y viabilidad a estas distintas escalas.

Otro hecho que conviene retener es que, en contra de lo que pudiera pensarse, la historia de los trasvases intercuenas en España es muy antigua, y existen numerosos antecedentes al menos desde el siglo XVI (v., p.e., Morales Gil [1988]; Gil Olcina [1995]; González Tascón [1998]; Franco Fernández [1999]).

En este apartado se resumirán los aspectos básicos de los trasvases más significativos realizados en nuestro país, dejando para más adelante -en la sección dedicada a la economía del agua y el régimen económico-financiero general de la Ley- el análisis de sus regulaciones económicas.

3.6.1 Tajo-Segura

El trasvase Tajo-Segura fue originalmente planteado en el Plan Nacional de Obras Hidráulicas (PNOH) de 1933, elaborado bajo la dirección de Lorenzo Pardo por encargo del entonces Ministro de Obras Públicas Indalecio Prieto. Su planteamiento inicial no se llevó a cabo, con independencia de las razones de tipo político, por dos motivos técnicos fundamentales. En primer lugar, por falta de justificación de la existencia de excedentes en la cabecera del Tajo, con lo que no podían excluirse afecciones importantes en esta cuenca. En segundo lugar, porque durante el proceso de información pública se plantearon soluciones alternativas con origen en los ríos Ebro y Júcar que suscitaron algunas dudas sobre la idoneidad de la solución propuesta.

En el Plan General de Obras Públicas redactado por Peña Boeuf y aprobado mediante las leyes de 11 de Abril de 1939 y 18 de Abril de 1941, se analizó el Plan de 1933 y se sugirieron los estudios a realizar antes de

decidir sobre las diferentes alternativas de trasvase. Asimismo se marcaron tres directrices básicas para el desarrollo de los recursos hídricos a nivel nacional:

- Regulación integral de los recursos propios de las cuencas deficitarias previa al planteamiento de trasvases.
- Mejora de la gestión en las cuencas deficitarias para reducir al máximo la aportación externa de otras cuencas.
- Utilización en las cuencas deficitarias únicamente de caudales sobrantes de las cuencas abundantes.

Con estas premisas, que como puede verse son las que ahora nuevamente se repiten al plantear estas cuestiones, en las décadas de los años cincuenta y sesenta la DGOH dedicó una atención preferente a subsanar las lagunas detectadas en el Plan de 1933, redactándose en 1967 el Anteproyecto General del Acueducto Tajo-Segura (MOP-CEH, 1967). Este Anteproyecto se basaba en el criterio de la utilización de excedentes y se enmarcaba dentro de un Plan preliminar global de aprovechamiento de los recursos hidráulicos de las cuencas del Tajo y Ebro en el Levante español.

El Anteproyecto incluyó un nuevo criterio de equilibrio basado en las posibilidades de expansión de las cuencas afectadas por los trasvases del que se derivaban las siguientes conclusiones:

La cuenca del Ebro no es una fuente inagotable de recursos hidráulicos que por sí sola puede atender todo el déficit del litoral mediterráneo, aún cuando fuese técnica y económicamente factible, salvo que se la deje en condiciones de inferioridad respecto a las restantes cuencas. No es posible pensar en agotar sus excedentes. Las posibilidades de expansión en que queda la cuenca del Ebro con los aprovechamientos conjuntos propuestos son análogas, en porcentaje sobre la utilización actual de recursos, a las que resultan para la cuenca del Segura, que presenta el porcentaje más reducido. De momento, y por consideraciones de equilibrio hidráulico, no parece prudente asignar más caudales del Ebro a las zonas deficitarias.

La cuenca del Tajo debe ser tenida en cuenta a la hora de pensar en la corrección del desequilibrio hidráulico peninsular. Sus posibilidades de expansión, después de ceder los caudales previstos a través del aprovechamiento conjunto Tajo-Segura, son todavía muy grandes, pues superan las de la cuenca más favorecida con la corrección propuesta en términos relativos, que es el Pirineo Oriental. La no utilización de los recursos del Tajo en un aprovechamiento conjunto representaría un despilfarro de nuestros recursos naturales.

Con ello se aclaraba la incertidumbre planteada en 1933 y se zanjaba la antigua polémica de la opción por el trasvase del Tajo o del Ebro, llegándose a la conclusión de que ambos esquemas eran necesarios, resultando concurrentes y no excluyentes.

El Anteproyecto fue redactado en el Centro de Estudios Hidrográficos, atendiendo a la recomendación realizada en el Plan de 1940 en el sentido de procurar minimizar las llamadas *influencias locales*, consideradas contraproducentes para estos trabajos: *La idea de trasvase de aguas de una cuenca a otras lleva consigo una serie de intereses encontrados que los hacen verdaderamente complicados, y como los ingenieros de los Servicios Hidráulicos es muy difícil que puedan sustraerse a la influencia del ambiente local, sería prudente que estos estudios se llevasen directamente desde la Dirección General de Obras Hidráulicas, con la colaboración necesaria que deben prestar los Servicios Provinciales.*

La figura 288 muestra el esquema de esta importante actuación.

El planteamiento del acueducto Tajo-Segura (ATS) se basaba, entre otras cosas, en la reordenación hidráulica que el abastecimiento de Madrid iba a introducir en la cuenca del Tajo al fijar como futuras fuentes de suministro de aguas a la capital los abundantes recursos de los ríos Guadarrama, Alberche y Tiétar que

permitirían derivar hasta 900 hm³/año y cuyos retornos al Jarama representaban unos recursos adicionales en el tramo medio del Tajo, por lo que los recursos trasvasables al Sureste desde la cabecera del Tajo se podía considerar que procedían de los abundantes sobrantes de la cuenca del Tajo en desembocadura a los que se les daba una primera utilización en el abastecimiento de Madrid, siguiendo la directriz de máxima reutilización de los recursos.

En la cuenca del Tajo, aún aceptándose este planteamiento, se exigieron dos requisitos previos:

- Que el caudal de trasvase con carácter inmediato se estableciese comparando los recursos regulados y disponibles en aquel momento con las demandas potenciales de la cuenca.
- Que el Estado adquiriese, a través de una Ley, el compromiso de desarrollar las posibilidades de utilización de recursos hidráulicos en la cuenca.

Como consecuencia de estas peticiones el trasvase se dividió en dos fases. En una primera, el volumen derivable no superaría los 600 hm³/año, cifra que representaba los excedentes calculados en aquella fecha sobre las demandas potenciales. Para acometer la segunda, de 400 hm³/año, sería preciso demostrar, previa nueva información pública, que se habían acrecentado los sobrantes regulados disponibles en dicha

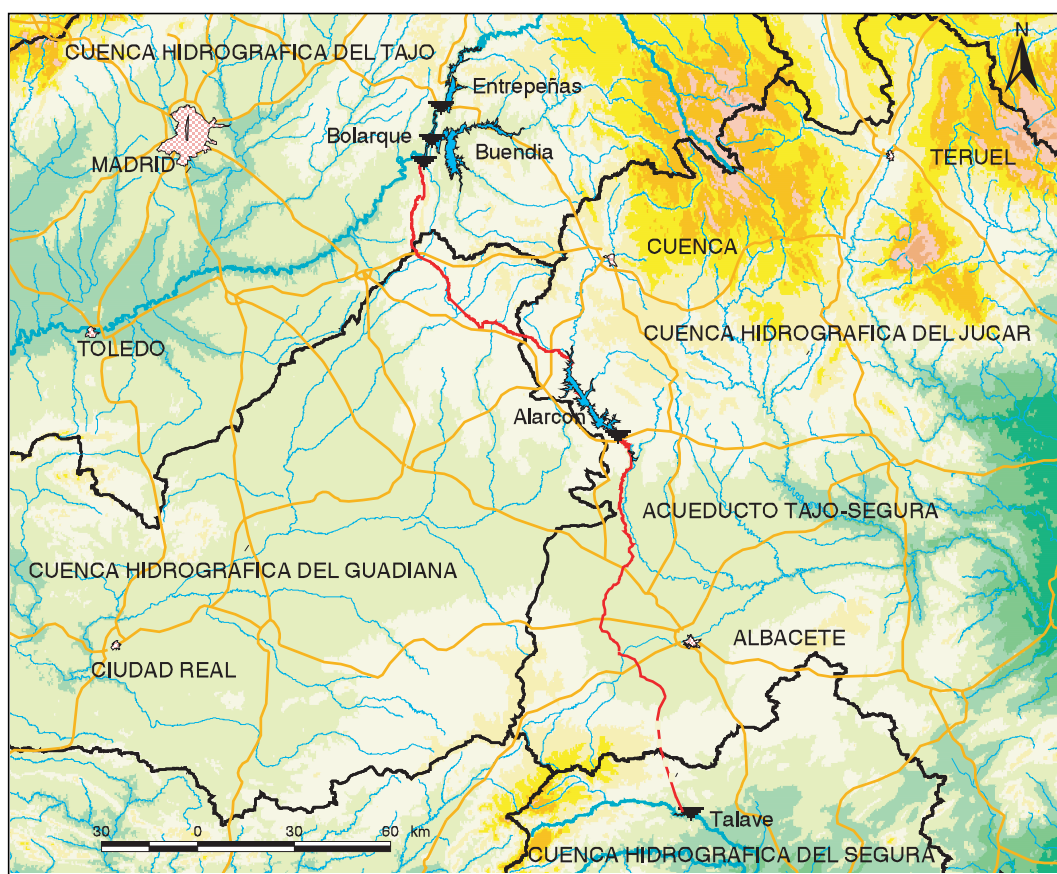


Figura 288. Plano general del Acueducto Tajo-Segura

cuantía. La Ley 21/1971 de 19 de junio, además de recoger la división en fases antes aludida y sancionar el carácter de excedentes para las aguas trasvasadas, concretaba las obras y estudios que se deberían realizar en la cuenca del Tajo.

La experiencia obtenida en la tramitación de las informaciones públicas del ATS, primero, y del trasvase Ebro-Pirineo Oriental después (véase el correspondiente epígrafe), aconsejaron anticipar al ATS las medidas que la Administración preveía para la nueva Ley de Aguas sobre el régimen económico-financiero de las obras hidráulicas.

Con este propósito se promulgó la Ley 52/1980 de 16 de octubre sobre regulación del régimen económico de la explotación del acueducto Tajo-Segura, que contemplaba nuevos principios para el establecimiento de las tarifas de agua.

Esta Ley ha constituido uno de los avances más positivos de los últimos años para hacer viable la política de obras hidráulicas, pues por un lado abandona la política paternalista del Estado en materia de subvenciones para riego, lo cual parece lógico si se plantean obras de conveniencia económica para el país y, por otro, fomenta la derivación de aguas sobrantes en el Tajo hacia el Sureste, porque cada metro cúbico trasvasado contribuye a la mejora económica de los habitantes de aquella cuenca mediante el mecanismo de las compensaciones.

Además, y siguiendo las tendencias de la época, la Ley de 1980 introdujo una nueva restricción: el mantenimiento de un caudal en el Tajo, antes de su confluencia con el Jarama (en Aranjuez), no inferior a 6 m³/s, aunque sin ningún estudio específico que avalase ni su necesidad ni la cifra fijada, lo que muestra la posibilidad de establecer mecanismos cautelares de fijación de los caudales mínimos, aún cuando no existan estudios de detalle que los determinen. Este caudal fue a su vez modificado de forma singular y transitoria mediante el RDL 6/1995, por el que se adoptaban medidas extraordinarias, excepcionales y urgentes en materia de abastecimientos hidráulicos como consecuencia de la persistencia de la sequía. Entre ellas se incluía la posibilidad de reducir dicho caudal a 3 m³/s.

Otros aspectos de la regulación del trasvase, como los relativos a la ordenación jurídico-administrativa de la transferencia desde el punto de vista de los derechos al uso del agua, perímetros de aplicación, planes coordinados de las zonas regables y otorgamiento de concesiones, fueron objeto de muy diversas y complejas incidencias, descritas en los documentos de planificación hidrológica de la cuenca del Segura, y arrojando, en definitiva, un balance final que, bajo este punto de vista, no puede calificarse como positivo. La enseñan-

za de este proceso se puede resumir, una vez más, en la necesidad de insistir en los aspectos jurídicos de ordenación y control administrativo de los aprovechamientos, frente a los meramente hidráulico-constructivos de la circulación de caudales, instrumentales y accesorios con respecto a los primeros.

El ATS comenzó su explotación en 1979, llegando sus primeros caudales a la cuenca del Segura el día 18 de junio. Durante los primeros 21 años de funcionamiento (1978/79-1998/99) se ha alcanzado una media de 284 hm³/año aportados al Segura, que se elevan a 308 si se suprimen los dos primeros años. En conjunto, se ha trasvasado del orden de la mitad del máximo previsto, alcanzándose los valores mayores en los últimos años (544 hm³, mas del 90% del máximo posible, en el 1998/99). La figura 289 muestra la serie de aforos anuales del ATS en Fontanar, punto donde concluye el acueducto y se entregan las aguas al embalse de Talave, ya en la cuenca del Segura. Este volumen es similar al derivado del Tajo en Bolarque (representado en línea fina), pero no coincide exactamente con éste al incluir las pérdidas, préstamos puntuales, tomas intermedias, drenajes del canal, etc.

El deficiente resultado que ha tenido la explotación del ATS, en relación con sus previsiones iniciales, se ha imputado por algunos a errores de cálculo tales como la consideración de valores medios precindiendo de la distribución estadística de las series, a ignorar tendencias regresivas en los caudales, a considerar series irreales, etc. Basta repasar los análisis hidrológicos del Anteproyecto (MOP-CEH, 1967) para comprobar lo desatinado e injusto de este juicio. Así, y como simple curiosidad técnica, cabe indicar que —mucho más allá de la trivial distribución de las aportaciones— es aquí precisamente cuando se plantea, por vez primera en España y probablemente en Europa, la utilización de series sintéticas para el análisis de la regulación de caudales, en un proyecto oficial, no académico, apenas unos años después de que esa técnica, hoy ampliamente extendida, fuese formulada por Thomas y Fiering en el clásico libro de Harvard sobre planificación hidrológica (Maass et al. [1962], cap. 12).

La realidad es que los resultados desfavorables en el funcionamiento del ATS se deben básicamente a la superposición de tres causas fundamentales en las que, dada la importancia de esta actuación hidráulica, nos detendremos brevemente.

En primer lugar, una razón básica es la intensa y prolongada sequía producida durante el periodo 1980/81-1994/95 (tal y como claramente se puso de manifiesto al analizar los recursos hídricos), que condujo a una aportación media en cabecera del Tajo en ese periodo de 715 hm³/año frente a la media interanual de unos

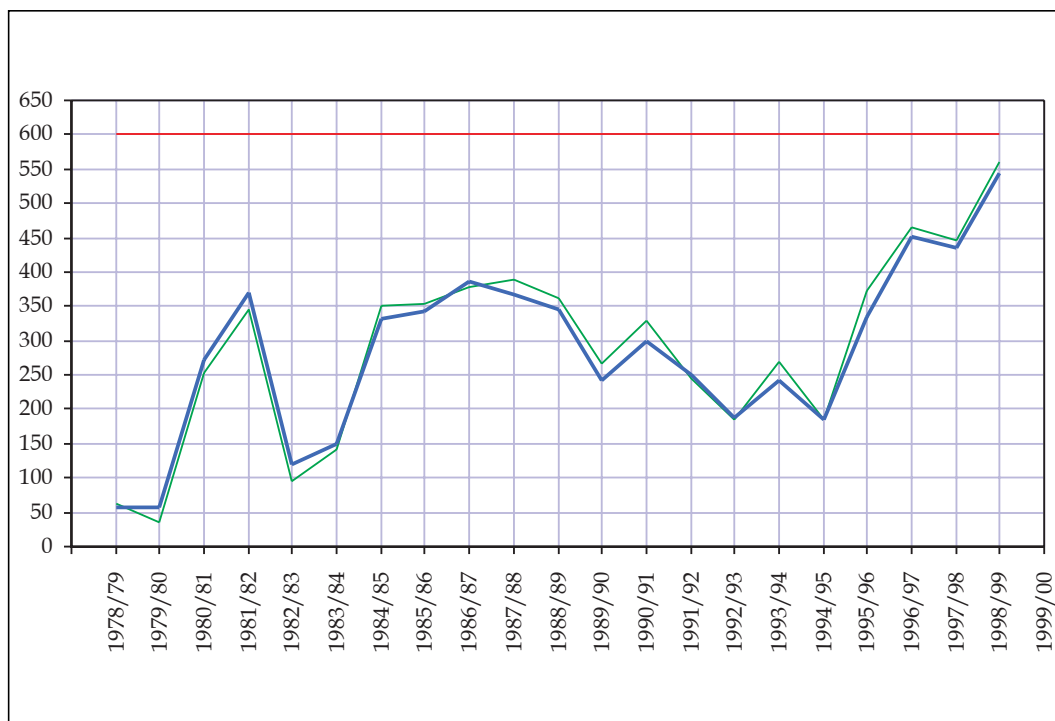


Figura 289. Serie de aportaciones del Acueducto Tajo-Segura a la cuenca del Segura (hm³/año)

1.270, es decir, del orden del 56% de esta media. La figura 290 muestra la serie de aportaciones netas a la cabecera del Tajo desde el año 1912/13 hasta el 1996/97, y las medias global y del periodo de sequía indicado, pudiéndose apreciar con toda claridad este efecto de reducción. También se ha repetido la serie anterior, de volúmenes aportados al Segura mediante el ATS en ese periodo, apreciándose visualmente su muy reducida cuantía relativa frente a las aportaciones totales de la cabecera, y lo simplificado y erróneo de

la afirmación - oída en ocasiones - de que en la cabecera del Tajo *no existe* agua suficiente para atender el trasvase.

En segundo lugar, a esta razón puramente hidrológica se superpuso una explotación poco previsora de los embalses de la cabecera del Tajo durante los primeros años de puesta en marcha del ATS, que dio lugar en el bienio 1979/80-1980/81 a desembalses de unos 2.000 hm³, del orden de tres veces superiores a los necesarios para atender debidamente las necesi-

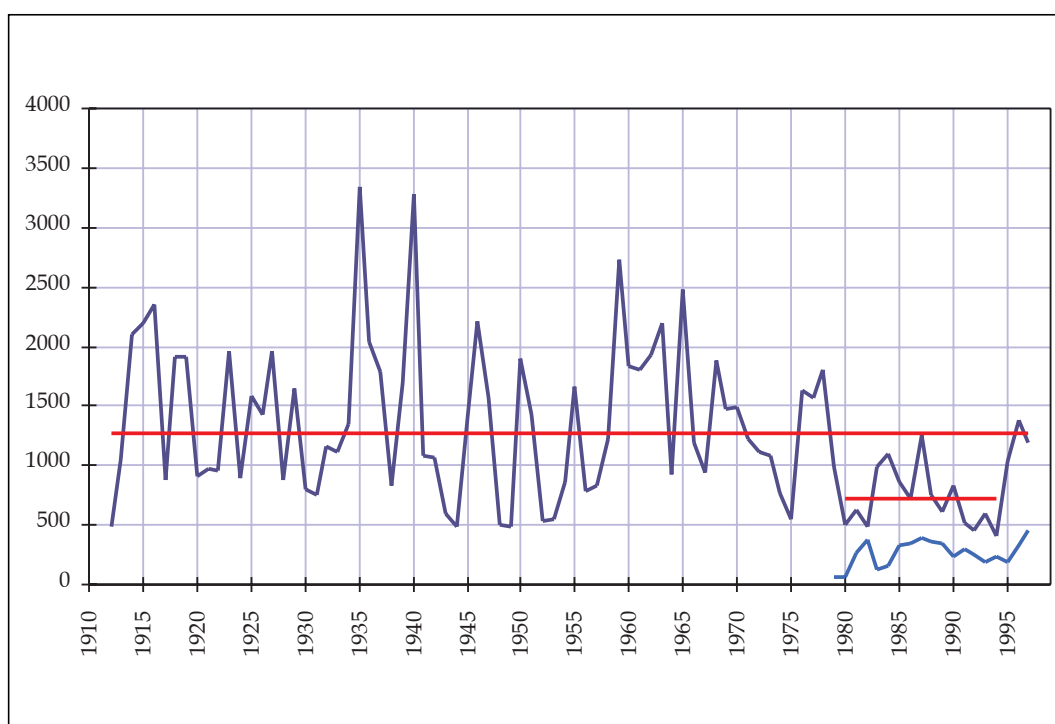


Figura 290. Serie de aportaciones anuales en la cabecera del Tajo (hm³/año)

dades propias de la cuenca. Tal régimen de explotación y sus muy negativas consecuencias han llegado incluso a sugerir a algún autor una posible existencia de responsabilidad patrimonial (Pérez Crespo [1996]). Además, los dos años anteriores a éstos (1977-78 y 1978-79) se desembalsaron cuantías totales superiores a los 3.000 hm³ (más de 1500 hm³/año), con lo que, ciertamente, no se hizo uso de la hiperanualidad requerida por los almacenamientos de cabecera.

La figura 291 muestra las series de los últimos 20 años de salidas anuales de Bolarque y de entradas anuales al azud de Almoguera. Con alguna ligera diferencia, ambas series son similares y bien indicativas de los desembalses de cabecera, y permiten apreciar las grandes sueltas de finales de los 70, y el efecto de moderación, regularidad y control de la explotación llevado a cabo en los últimos años.

La figura 292 muestra las existencias mensuales embalsadas en Entrepeñas-Buendía desde el año hidrológico 1960-61, y permite comprobar asimismo el espectacular vaciado permanente que se produce entre el año 1979 y el 1983, en que las reservas quedan exhaustas y, como se vio, con una larga sequía por delante que hizo imposible su recuperación. Son los años de la tensión y la guerra del agua.

inalmente, una tercera circunstancia explicativa de este funcionamiento es la falta de definición formal, durante todos estos años, de lo que debía entenderse por recursos *excedentarios*, únicos que legalmente podían ser objeto de transferencia. Esta indetermina-

ción generó innumerables conflictos y discusiones sobre las posibles cuantías trasvasables en cada momento, dada la discrecionalidad con que el concepto podía interpretarse.

En cuanto a la primera circunstancia hidrológica nada hay que comentar, salvo que habrá de tenerse en cuenta para la gestión futura del sistema de cabecera del Tajo, tal y como ya se está haciendo mediante las reglas de explotación recientemente elaboradas (MIMAM, 1997b).

Respecto a la segunda causa, es seguro que constituye una enseñanza para el futuro, y ha servido, como ha podido verse, para ajustar por la Confederación Hidrográfica del Tajo los desembalses de la cabecera a sus necesidades reales, y llevar a cabo, en los últimos años, una excelente explotación del sistema.

Respecto a la tercera, ha sido plenamente superada al haberse definido por el Plan Hidrológico del Tajo, con toda precisión, lo que debe entenderse por recursos excedentarios.

3.6.2. El *minitravase* a Tarragona

El conocido como *minitravase* del Ebro a Tarragona es otra de las importantes actuaciones de transferencias de recursos intercuenas existentes en nuestro país. Como antecedente significativo de esta actuación, resulta oportuno considerar el fallido proyecto de travase del Ebro-Pirineo Oriental, por lo que se comenzará exponiendo brevemente esta iniciativa.

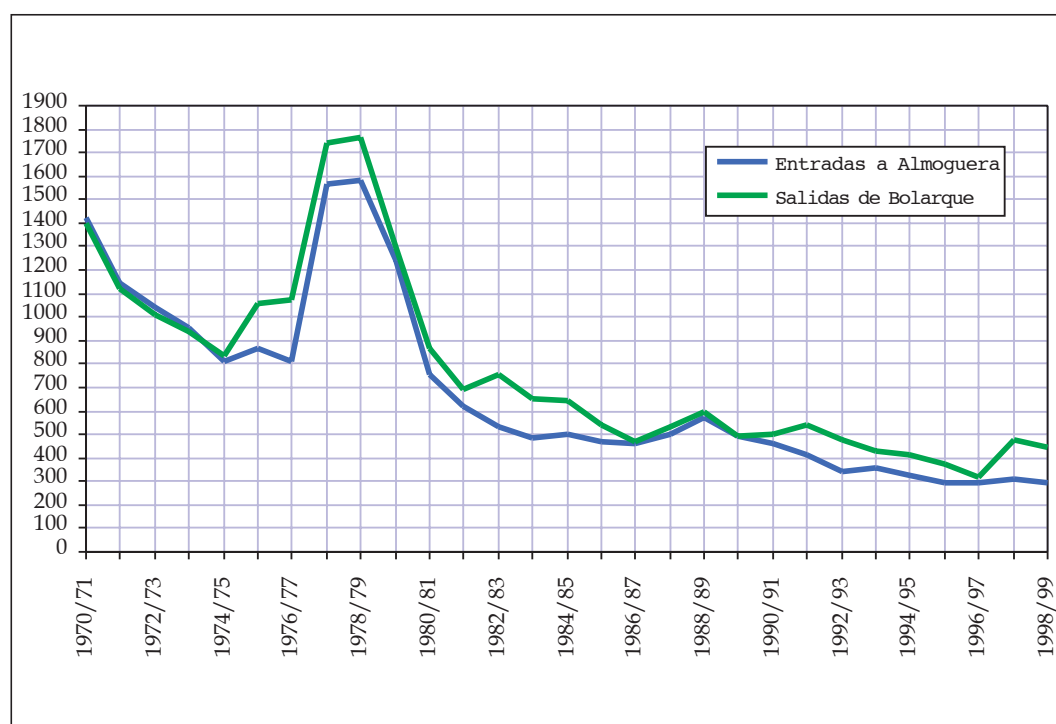


Figura 291. Serie de desembalses anuales de la cabecera del Tajo (hm³/año)

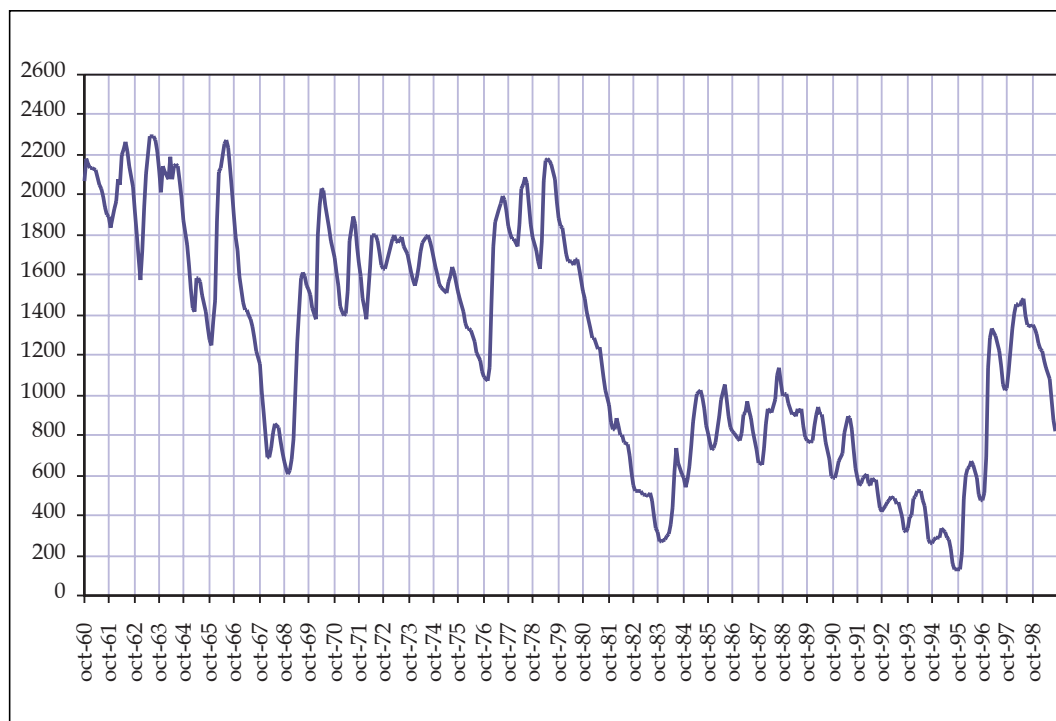


Figura 292. Existencias mensuales embalsadas en Entrepeñas-Buendía (hm³)

3.6.2.1. Antecedentes. El Proyecto de trasvase Ebro-Pirineo Oriental

De acuerdo con las líneas apuntadas en el mencionado *Anteproyecto General de aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del Centro y Sureste de España*, la DGOH, en cumplimiento de lo ordenado por la Comisión Delegada para Asuntos Económicos, redactó y sometió a información pública en 1974 (Boletín Oficial de la Provincia de Tarragona de 12 de febrero) el Anteproyecto del Acueducto Ebro-Pirineo Oriental para situar 1.400 hm³/año del Ebro en la región litoral catalana con destino a abastecimientos, riegos y usos industriales.

Se presentaron numerosos escritos de oposición a este Anteproyecto, que centraron sus críticas en tres cuestiones principales:

1. Dudas sobre la existencia de sobrantes
2. Prioridad en la ejecución de las obras de desarrollo de la cuenca del Ebro frente a las del trasvase
3. Viabilidad jurídica de acometer un trasvase sin amparo legal previo

Respecto a la **existencia de sobrantes**, desde la cuenca del Ebro, y antes de que la Administración sometiese a información pública los planes concretos de derivación de los caudales en el tramo inferior del río, se planteó un aprovechamiento potencial, en apariencia tan exhaustivo, que podría inducir a creer que no existirían sobrantes en el futuro.

Los estudios realizados en el Anteproyecto y con posterioridad, analizando cuidadosamente los balances

detallados de la cuenca del Ebro en la hipótesis maximalista de desarrollo, pusieron de manifiesto la existencia de dichos sobrantes y la compatibilidad de ese máximo desarrollo previsto para la cuenca del Ebro con los aprovechamientos propuestos para la corrección del desequilibrio hidrográfico nacional (MOP [1974]).

La demostración de la existencia de sobrantes, si bien resultó trabajosa, no encontró réplica adecuada ante la consistencia de los argumentos técnicos de la Administración, y quedó entendido que tales sobrantes efectivamente existían, aún en los supuestos máximos de desarrollo en la cuenca del Ebro.

Sin embargo, la cuestión de las **prioridades de actuación económica** estatal quedó sin resolver, y es un asunto que sigue siendo todavía objeto de controversias, ya que la cuenca del Ebro era una región deprimida en comparación con las cuencas de Cataluña, muy desarrolladas ya en aquella época, y que, gracias al trasvase propuesto, algunos pensaron que podrían acentuarse aún más las diferencias territoriales. En definitiva, todo ello sirvió para presentar el desequilibrio regional como un argumento contra el trasvase propuesto, de forma que con tal planteamiento se estaba debatiendo, en el fondo, más la distribución territorial de las inversiones estatales, que la planificación hidrológica de asignación de recursos a demandas hídricas.

Así, algunas opiniones desde Aragón mantuvieron que no era suficiente con que se garantizase la disponibilidad de recursos para todos los desarrollos potenciales de la cuenca del Ebro, y los eventuales trasvases se

realizasen con parte de los sobrantes que quedasen, sino que no debía ejecutarse con fondos públicos ninguna infraestructura hidráulica que facilitase el crecimiento económico de Cataluña, al menos hasta que se hubiese hecho en Aragón todo lo que se podría realizar con el agua.

Esta postura es poco sostenible desde el punto de vista de la racionalidad económica, e incluso del equilibrio territorial, pues, como se ha dicho, confunde simplifadamente la política económica general del Estado, y sus instrumentos de vertebración y desarrollo territorial, con una posible derivación de caudales situada, además, aguas abajo, pero no cabe duda de que contribuyó a exacerbar los ánimos en contra de este trasvase.

Una posición más razonable fue la mantenida por la Diputación General de Aragón ante el anuncio de la nueva legislación de aguas y los trasvases: requerir el previo desarrollo de los aprovechamientos y potencialidades propias, y que el posible trasvase de excedentes se haga a precario de forma que no pueda limitar el desarrollo de la cuenca cedente (v., p.e., Bolea Foradada [1986] pp. 506-511; Gaviria y Grilló [1974] pp.265-279).

Finalmente, la recesión económica que el país sufrió con motivo de la crisis del petróleo, y la drástica disminución de los flujos migratorios desde otras regiones a Cataluña, hizo que la tasa de incremento de la demanda de agua urbana e industrial (creciente en aquella época a ritmos acumulados del 7% anual), principal motor del trasvase Ebro-Pirineo Oriental, fuese muy inferior al previsto, y las proyecciones de demandas futuras se revelaron erróneas en muy pocos años. Por esta razón no se adoptó finalmente ninguna resolución definitiva sobre este Acueducto, y se desechó la idea de su realización inmediata.

El hecho de que Aragón fuese una de las regiones de emigración a Cataluña, en aquellos años de fuerte desarrollo económico catalán en que se plantea el trasvase, permite entender mejor las condiciones sociales en que se produjo la fuerte -y lógica- reacción popular adversa a esta infraestructura.

Por último, y en lo relativo a la **viabilidad jurídica** del trasvase propuesto, además de las graves críticas que generó el que se plantease tan importante actuación mediante una simple información pública en un boletín oficial provincial, se produjo por vez primera una importante reflexión doctrinal sobre el problema de las transferencias de recursos intercuencas (Martín-Retortillo et al., 1975), concluyendo en sentido contrario al proyectado acueducto.

Tal conclusión contraria no era debida a que se partiera de un supuesto apriorístico radical en contra de los

trasvases, sino por entender que no se daban las necesarias exigencias y condicionamientos jurídicos previos que una operación de ese porte conllevaba (Martín Rebollo [1993] pp. 147-151). Otras reflexiones sobre estos importantes problemas, a la luz de las experiencias del pasado y del nuevo ordenamiento jurídico, son las ofrecidas por Moreu Ballonga (1993).

El resultado final de todo lo expuesto fue, en definitiva, el abandono de este proyecto tal y como había sido inicialmente concebido. No obstante, la idea de trasvasar aguas del Ebro al Pirineo volvería a emerger unos años después, ante la grave situación que se estaba viviendo en la comarca de Tarragona.

3.6.2.2. Planteamiento y desarrollo de la transferencia

Si bien, como se ha indicado, el área de Barcelona no creció al ritmo que se había previsto, y la fecha de entrada en explotación del Acueducto Ebro-Pirineo planteado -prevista para principios de la década de los ochenta- quedó aplazada de modo indefinido, hasta que el crecimiento de la demanda lo requiriese, hubo de buscarse una solución urgente para resolver los graves problemas de abastecimiento de aguas para usos domésticos e industriales en la región de Tarragona, con un progresivo agotamiento y degradación de los recursos propios, con aguas de mala calidad, saladas por intrusión marina en los acuíferos costeros sobre-explotados, y sin posibilidad de recursos alternativos.

Así, con el fin de resolver esta situación fue planteada y aprobada la Ley 18/1981, sobre actuaciones en materia de aguas en Tarragona, que posibilitó la ejecución del denominado *minitransvase* del Ebro a Tarragona. Esta Ley (no ya simple información pública) establecía los siguientes principios básicos:

- La cantidad de agua que se destinaba a mejorar el abastecimiento urbano e industrial de municipios de la provincia de Tarragona era la misma que resultase de reducir las pérdidas que se producían en la infraestructura hidráulica del Delta del Ebro, con un límite máximo de 4 m³/s, equivalentes a 126 hm³/año. Estas pérdidas fueron evaluadas por el Centro de Estudios Hidrográficos, en 1.972, en 12 m³/s.
- La recuperación de las pérdidas implicaba la ejecución de un Plan de obras de acondicionamiento y mejora de los canales y acequias de riego del Delta, con más de 250 km a revestir, de un total de 450 km, y con un coste, en 1986, de más de 15.000 millones de pesetas. Este Plan se financiaba sin coste alguno para las Comunidades de Regantes del Delta del Ebro, y con la aportación de 5 pts/m³, revisables desde 1981, por los beneficiarios de la concesión.

- El aprovechamiento del agua así recuperada se llevaría a cabo previa concesión administrativa, cuya titularidad se atribuía en la Ley a un Consorcio, con personalidad jurídica propia, constituido por la Generalidad de Cataluña, Ayuntamientos e industrias.
- Las obras se realizarían sin aportación alguna del Estado.

Por tanto, para resolver el déficit no se recurrió a los caudales sobrantes del Ebro, sino a la recuperación de parte de las pérdidas en los canales de regadío del Delta que, debido a su ejecución en tierra y a sus casi cien años de antigüedad, presentaban unas pérdidas de 12 m³/s, equivalentes a más del 30% de los caudales otorgados en cabecera (25 m³/s para el canal de la margen derecha y 19 m³/s para el de la margen izquierda). Se conseguía con ello, sin efectos secundarios indeseables, y mediante la mera reasignación de recursos (Erruz, 1997), encontrar una fórmula de financiación del Plan de obras de acondicionamiento de los Canales del Delta, así como resolver el déficit hídrico existente en Tarragona, déficit que después se reveló inferior al inicialmente previsto (fig. 293).

Para hacer efectiva la Ley 18/1981, el 2 de abril de 1985 se constituyó el Consorcio de Aguas de Tarragona, ente con personalidad jurídica propia formado por la Generalitat de Cataluña, Ayuntamientos e

industrias de la comarca, y representación de las dos comunidades de regantes del delta del Ebro, de las que se toma el agua.

Por resolución del MOPU de 20 de agosto de 1987 el Consorcio obtuvo la concesión de 1.982 l/s, posteriormente ampliada por resolución de 24 de junio de 1992 a 2.850 l/s (90 hm³/año). El Consorcio podrá solicitar nuevas concesiones hasta los 4 m³/s máximos fijados en la Ley (López Bosch, 1995).

El suministro de agua en alta (la distribución domiciliaria se realiza por los propios Ayuntamientos o empresas) se inició el 30 de julio de 1989, y ha evolucionado desde los 36 hm³/año de 1990 a los casi 50 actuales, tal y como se observa en la figura 294. Esta figura, elaborada con datos ofrecidos por el Consorcio de Aguas de Tarragona, muestra la evolución de los volúmenes anuales y mensuales servidos por el Consorcio desde el comienzo de su funcionamiento. Si a estos suministros se añaden las pérdidas totales (entre un 5 y un 10%), se obtiene el caudal derivado del Ebro por los canales del delta. Se ha incluido, asimismo, la evolución anual de la tarifa del agua para Ayuntamientos, industrias y media, en pesetas corrientes.

Puede verse que los recursos suministrados han ido creciendo ligeramente desde 1990 hasta hoy, a una tasa media del 3'6% anual. Se observa también que la

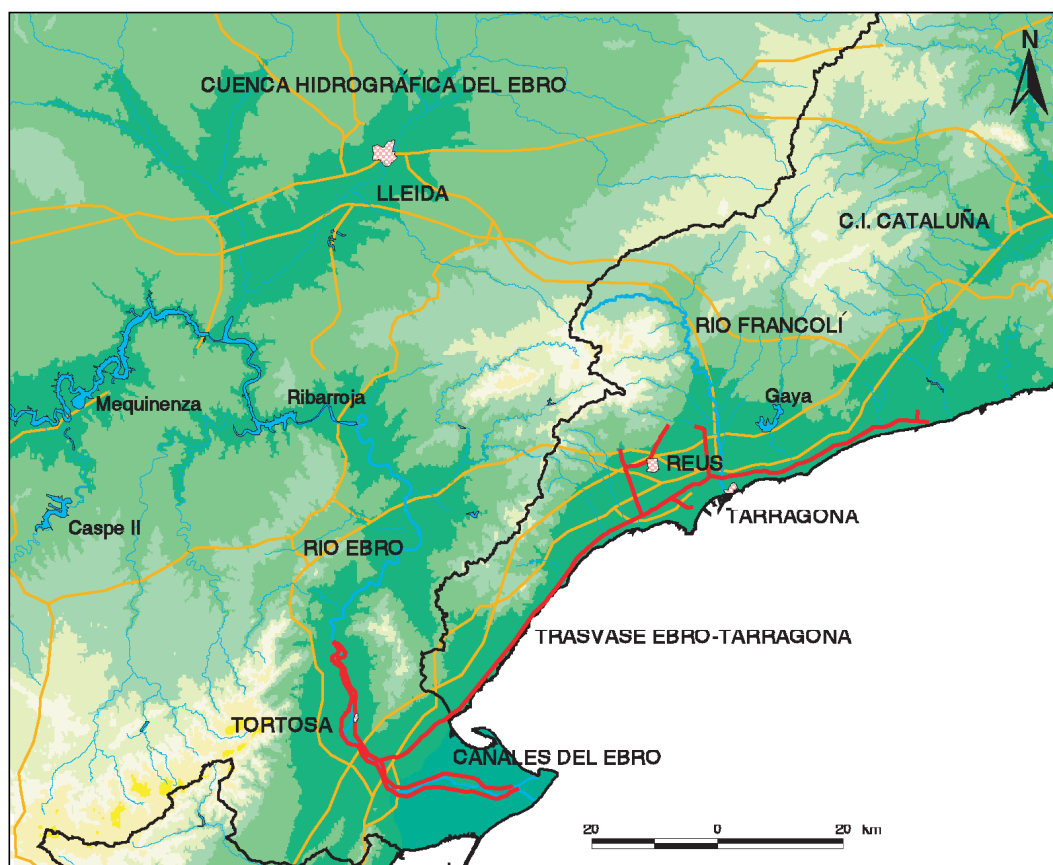


Figura 293. Plano general del trasvase Ebro-Tarragona

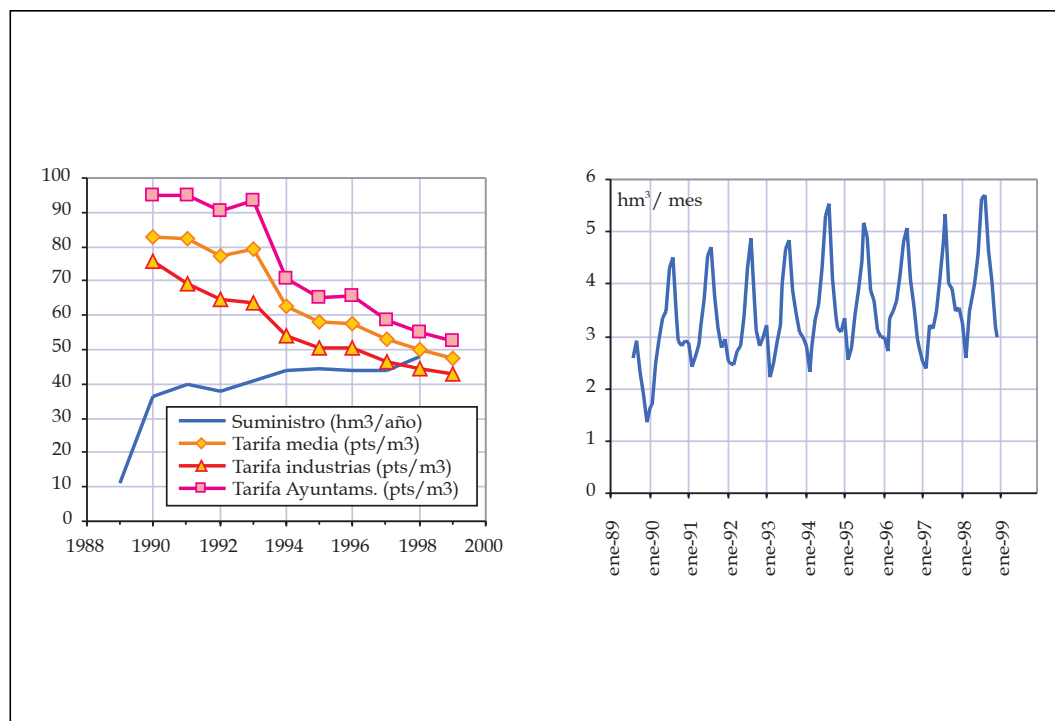


Figura 294. Series anuales y mensuales de volúmenes servidos por el Consorcio de Tarragona y tarifas aplicadas

estacionalidad de la demanda es muy acusada, con máximos en verano de origen turístico próximos a los 6 hm³/mes, frente a mínimos en invierno inferiores a 3 hm³/mes.

Asimismo se observa que las tarifas aplicadas han ido disminuyendo con el paso del tiempo a una tasa media del 5'7% anual en pesetas corrientes (11% en pesetas constantes), lo que se debe fundamentalmente a la disminución de los tipos de interés, y al progresivo aumento de los volúmenes suministrados.

Desde la entrada en servicio del trasvase, los acuíferos muestran una apreciable recuperación, habiendo también disminuido la salinidad de los pozos próximos al litoral.

El minitransvase es un claro ejemplo de la necesidad de reconocer el valor económico del agua para lograr un adecuado aprovechamiento. En este caso se permitió un intercambio controlado de los caudales concedidos a la Comunidad de Regantes del Delta del Ebro, fundamentada en una mejora del sistema de riegos y de la gestión del recurso. Sin embargo, para ello fue necesario promulgar una Ley específica.

3.6.3. Otros trasvases

Entre los trasvases intercuenas hoy en explotación cabe destacar los del Ebro al Nervión y al Besaya que, paradójicamente, trasvasan agua de la cuenca del Ebro a la del Norte, región que dispone de la mayor abundancia de agua de la península. Este hecho se debe a que en dicha región, aunque se dispone de precipita-

ción abundante, no es fácil la implantación de embalses de regulación por dificultades topográficas y por la importante riqueza natural que afectarían.

El primero de ellos, Ebro-Nervión, ha permitido trasvasar en los últimos años unos 180 hm³/año desde los embalses del Zadorra, en la cuenca del Ebro, hasta el río Arratia, en la cuenca del Nervión (ámbito del Plan Hidrológico Norte III). Concebido y construido inicialmente para la producción de energía eléctrica de puntas, ha permitido eficazmente resolver los problemas de abastecimiento del Gran Bilbao.

Por otra parte, la carencia de recursos hidráulicos regulados en la zona industrial de Torrelavega fue el motivo de la construcción del segundo de los trasvases citados para derivar 22 hm³/año desde el embalse del Ebro a la cuenca del Besaya, en el ámbito del Plan Hidrológico Norte II. El proyecto se redactó y construyó pensando en la reversibilidad del esquema para poder regular aguas de la vertiente cantábrica en el embalse del Ebro, aprovechando la solicitud de concesión de una central hidroeléctrica reversible de 100 MW en la zona.

Como reciente actuación cabe apuntar que se encuentra en construcción el trasvase Guadiaro-Guadalete que, aprobado mediante la Ley 17/1995, de 1 de junio, prevé una transferencia intercuenas desde el ámbito territorial del Sur hacia el del Guadalquivir, con un volumen máximo anual transferible de 110 hm³/año.

Asimismo, y aunque no cabe calificarlos jurídicamente como transferencias objeto de la planificación nacional, existen en España muchas otras conexiones

internas, dentro del ámbito de los distintos planes hidrológicos, de gran importancia tanto por sus cuantías movilizadas como, sobre todo, por los importantes problemas que resuelven. Es el caso del Ter-Llobregat, en las Cuencas Internas de Cataluña, concebido en el siglo XVI y ejecutado en los años 60, o del Júcar-Turia, desarrollado en los años 70 en el ámbito territorial del Júcar, ambos con excelentes resultados prácticos.

3.6.4. Las consecuencias ambientales de los trasvases

A pesar de la escasez de estudios y publicaciones sobre los efectos ambientales que han podido producir los trasvases realizados en España, algunas de sus consecuencias resultan evidentes, y pueden avanzarse sin necesidad de detalladas investigaciones específicas.

Así, en la cuenca cedente los impactos proceden, fundamentalmente, de la detracción de caudales circulantes. Esta disminución del agua disponible en el medio puede provocar alteraciones del régimen hídrico, cambios geomorfológicos de los cauces situados aguas abajo, modificación de los ecosistemas que los ocupan y, en consecuencia, una posible transformación del paisaje.

En el territorio atravesado por el canal de trasvase se producen los típicos efectos ambientales de las infraestructuras lineales. Sin embargo, los más importantes de todos ellos son los efectos *barrera* y *corredor* producidos sobre las personas y la fauna a causa de la impermeabilización territorial que genera el canal.

En la cuenca receptora los efectos producidos pasan por la alteración del régimen hídrico que, a su vez, transforma la composición de la vegetación de ribera, de forma que al disponer de mayores caudales durante el verano incrementa su abundancia y diversidad. También puede ser notoria la modificación de los parámetros físico-químicos del agua circulante.

Así, en la cuenca del Segura, con un alto contenido en sulfatos en algunos tramos de cauce recorridos por las aguas trasvasadas, la entrada de aguas procedentes del Tajo con un bajo contenido en esas sales provoca un aumento de sus concentraciones debido a la redisolución de los precipitados de sulfatos existentes en su cauce. Esta modificación origina, además, una alteración de la composición y estructura de las comunidades de organismos vivos presentes en las aguas y dependientes de ellas. Por último, una de las consecuencias ambientales más llamativas de los trasvases de aguas es la incorporación de especies de peces, macroinvertebrados y vegetación acuática procedente de la cuenca cedente y que, con anterioridad al trasvase, no se encontraban en la cuenca receptora. Así, por

ejemplo, se ha podido observar en el río Segura la presencia de gobio (*Gobio gobio*) y carpín o pez dorado (*Carasius auratus*), copépodos como *Cyclops furcifer* y *Tropocyclops prasinus*, efemerópteros como *Prosopistoma sp.* y otras especies procedentes del Tajo, inexistentes en el Segura con anterioridad al trasvase. Estos efectos también se han puesto de manifiesto en los trasvases realizados al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel con aguas procedentes del Tajo (Mas Hernández, 1986; Suárez, 1997, comunicación personal).

Si la infraestructura del trasvase incluye embalses de regulación se produce, además, un impacto ambiental sobre el medio preoperacional ocupado por el vaso, su entorno inmediato y el cauce afectado.

Es por tanto deseable, habida cuenta de la escasa información disponible sobre las consecuencias ambientales de los trasvases, que se aborden de manera rigurosa la identificación y el análisis de las mismas, así como la puesta en práctica de medidas correctoras o compensatorias que las aminoren. Asimismo, es necesario minimizar los impactos producidos por los trasvases ya construidos y someter en su momento los posibles de nueva construcción al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, estudiando su viabilidad bajo este punto de vista.

3.7. LA ECONOMÍA DEL AGUA

Descritos en apartados anteriores los aspectos técnicos de la disponibilidad y utilización del agua, procede ahora indagar en su consideración como bien económico.

Mucho se ha dicho y escrito en los últimos años sobre esta crucial cuestión, y hay quien ha llegado a mantener con fundamento que no cabe actuación rigurosa alguna en materia de aguas si no se comienza por introducir en su gestión consideraciones económicas desde el primer momento y de forma explícita.

En los epígrafes que siguen se pasará revista a la actual situación española en esta materia, mostrando, en primer lugar, cuál es el papel real jugado por el agua en los distintos procesos productivos sectoriales, en términos de su contribución real a la economía nacional. El interés de estas evaluaciones es evidente, pues con frecuencia se esgrimen, para reclamar ventajas o cuotas de utilización del recurso, argumentaciones sesgadas o simplemente falsas, y resulta conveniente conocer, siquiera de forma estimativa, la realidad macroeconómica subyacente y sus peculiaridades territoriales. En segundo lugar se pasará revista al vigente régimen económico-financiero, y se señalarán los problemas y disfunciones detectados en su aplicación práctica.

Las posibles mejoras o criterios de política económica para mejorar la situación actual y superar sus dificultades pueden obedecer a criterios y planteamientos iniciales distintos, y, en consecuencia, ser objeto de discusión y debate, por lo que, siguiendo los criterios adoptados para la estructuración del libro, se expondrán en un capítulo posterior.

3.7.1. El agua como factor económico productivo

3.7.1.1. El sector agrícola. La aportación del regadío a la economía española

Por su gran relevancia como consumidor de recursos, y por las razones generales ya apuntadas, resulta interesante conocer los rasgos y características básicas de la aportación económica del regadío a la economía española, por lo que seguidamente analizaremos esta importante cuestión con algún detalle.

Los gráficos de las figuras 295 y 296 reflejan los resultados de la Contabilidad Nacional, para los tres grandes sectores productivos clásicos, durante el período 1980-94, a través de la relación entre los Valores Añadidos Brutos a precios de mercado (VABpm) sectoriales, y el VABpm total, en pesetas corrientes. Este indicador VABpm es el resultado económico final de la actividad productiva, y se obtiene detrayendo de la Producción Final los Consumos Intermedios (Gastos de Fuera del Sector o elementos intermedios incorporados al proceso productivo). Se ha elegido esta macro-magnitud por estimar que, a los efectos perseguidos, constituye el mejor indicador ya que no tiene en cuen-

ta ni las subvenciones ni los impuestos indirectos. Aunque la mayor parte de los datos se presentan en términos relativos y de estructura, éstos se han determinado en pesetas corrientes, a fin de recoger el efecto relativo al diferente comportamiento de los precios en los distintos sectores durante el período analizado.

En las magnitudes de los distintos sectores, la Agricultura incluye la rama de actividad de agricultura y pesca, la Industria incluye productos energéticos, industriales y de construcción, y los Servicios incluyen tanto los destinados como los no destinados a la venta.

Debe señalarse, en primer lugar, que la Rama Agricultura y Pesca, donde está incluida la aportación del regadío, comenzó el período con un peso del 7,19% (cuando en los primeros años 60 era superior al 20%) y lo termina con un 3,67%, mostrando una continua tendencia claramente decreciente a lo largo del mismo.

Si para desagregar la Agricultura o Producción Agraria, se tiene en cuenta que los últimos datos disponibles sobre la Pesca (período 1980-89) muestran una relativa estabilidad y un peso en torno al 0,75%, en todo caso no decreciente, es correcto estimar con suficiente seguridad que la Agricultura aporta actualmente no más del 3% al VABpm total.

No obstante, en relación con los recursos hídricos aún interesa distinguir, dentro de la Producción Agraria, la parte atribuible a las producciones vegetales, en concreto los cultivos de secano y regadío (Producción Agrícola), del resto que configura el total agrario

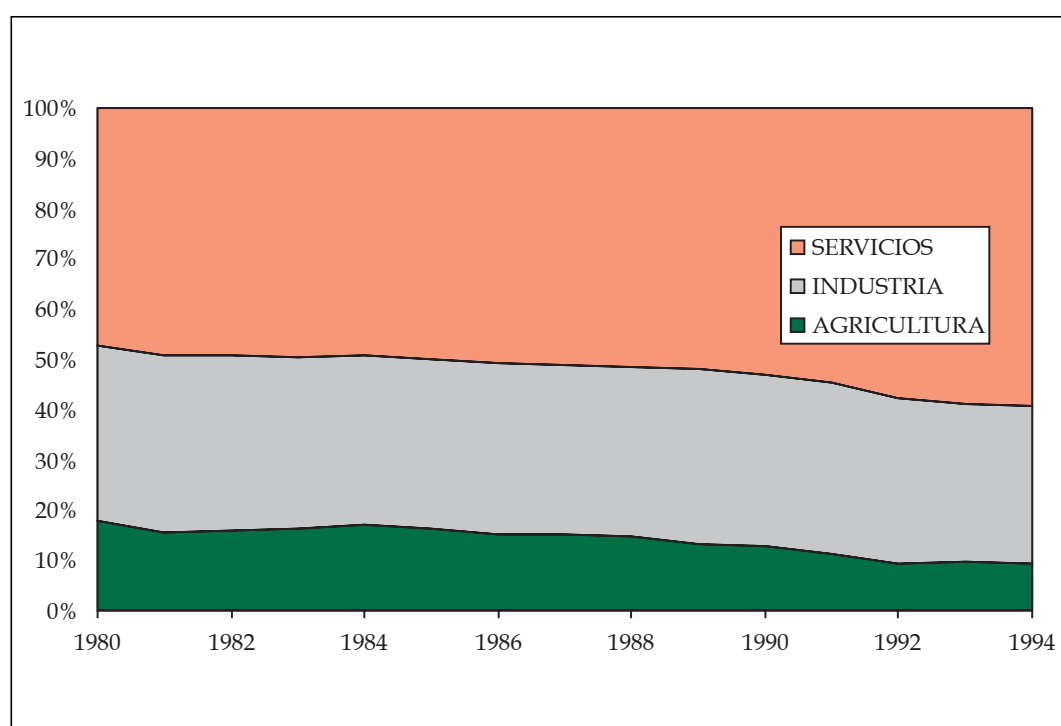


Figura 295. Evolución de la estructura sectorial del Valor Añadido Bruto Total (%)

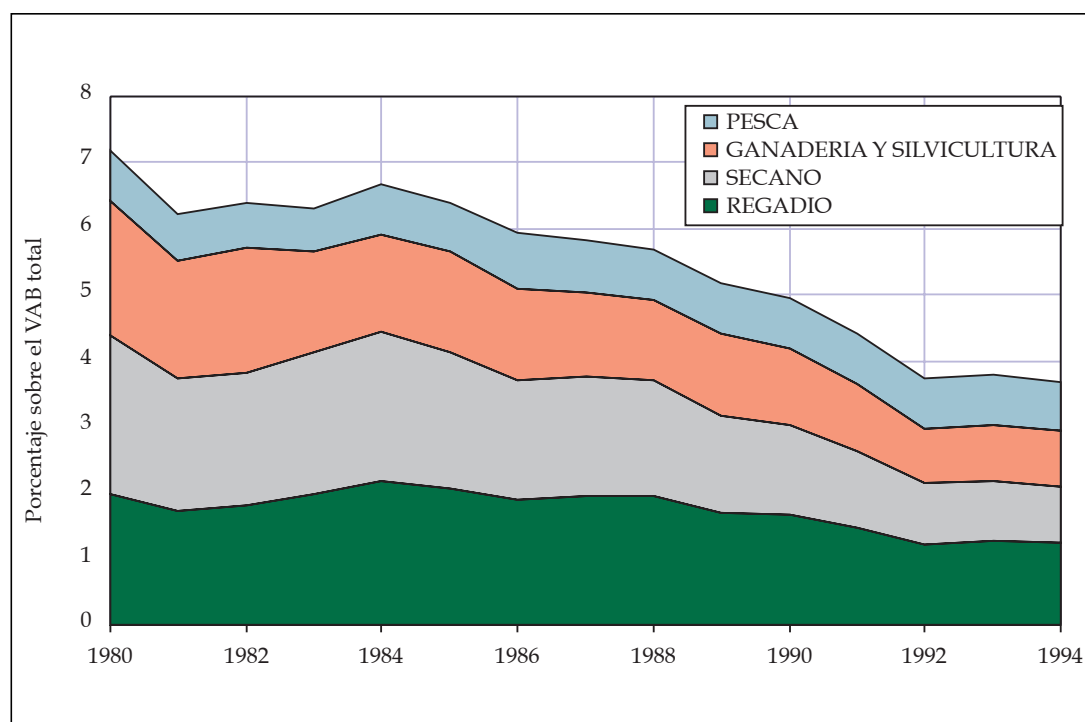


Figura 296.
Evolución del Valor
Añadido Bruto de la
rama Agricultura y
Pesca

(Ganadería y Silvicultura). Los datos disponibles, nuevamente para los años 1980-89, muestran que la participación del VABpm agrícola en el VABpm agrario está en torno al 72% y que se muestra estable con una ligerísima tendencia creciente; por lo que puede afirmarse que los cultivos (secano y regadío) aportan aproximadamente el 2,10% del VABpm total.

Finalmente, y aunque no existe información precisa para el regadío en este aspecto, una estimación suficientemente ajustada permite concluir que el regadío supone ya el 60% del VABpm agrícola, lo que conduce a un resultado cercano al 1,25% en que se limita la contribución del VABpm proporcionado por el regadío en el total nacional. Respecto a esta cifra, es destacable, primero, su baja significación y, segundo, su tendencia decreciente (se mantiene casi hasta finales de los años 80 alrededor del 2%), aunque debe reconocerse que es la actividad que muestra mejor comportamiento dentro del sector agrícola.

No es fácil precisar qué parte de la producción del regadío nacional cabe vincular directamente con el sostenimiento de la actividad en el resto del sector agroalimentario (cuya aportación en el total nacional parece situarse en torno al 15%), pero cabe señalar que sólo en territorios concretos puede ser calificada como intensa. En todo caso, no parece aventurado pronosticar que la globalización de los mercados hará que esta dependencia disminuya en el futuro.

Esta visión global, en base a datos medios nacionales, no debe ocultar las grandes divergencias que se registran entre los distintos territorios españoles.

Así, el mapa de la figura 297 refleja los valores medios en el periodo 1986-92 de la participación del sector de agricultura y pesca en el VAB total provincial.

Por otra parte, los mapas de las figuras 298 y 299 reflejan, a partir de los datos disponibles a nivel provincial y de comunidades autónomas, la tendencia de participación del VAB territorial en Agricultura y Pesca frente al nacional, observada en el periodo 1980-1992.

En relación con esta dinámica cabe señalar algunos hechos significativos. En primer lugar que, dejando a salvo la heterogeneidad comarcal dentro de las unidades provinciales, que podría matizar estos resultados, la ganancia en la cuota de participación sobre el total nacional se produce básicamente en las provincias meridionales y levantinas. En segundo lugar, que esta ganancia no guarda relación con la mayor abundancia de recursos hídricos disponibles, sino que, más bien al contrario, las zonas más deficitarias y de mayor integral térmica (como Murcia) son las que presentan un mayor impulso. En tercer lugar se manifiesta una clara correlación entre pérdidas de cuota económica y territorios con mayor superficie de regadío a altas cotas, tal y como se deduce comparando estos mapas con la caracterización hipsométrica anteriormente ofrecida en los epígrafes relativos a los condicionantes naturales. Este proceso es coincidente con los resultados obtenidos por otros estudios efectuados a partir de los Censos Agrarios de 1982 y 1989, que demuestran una regresión de la superficie regada en aquellos territorios de mayor altitud.

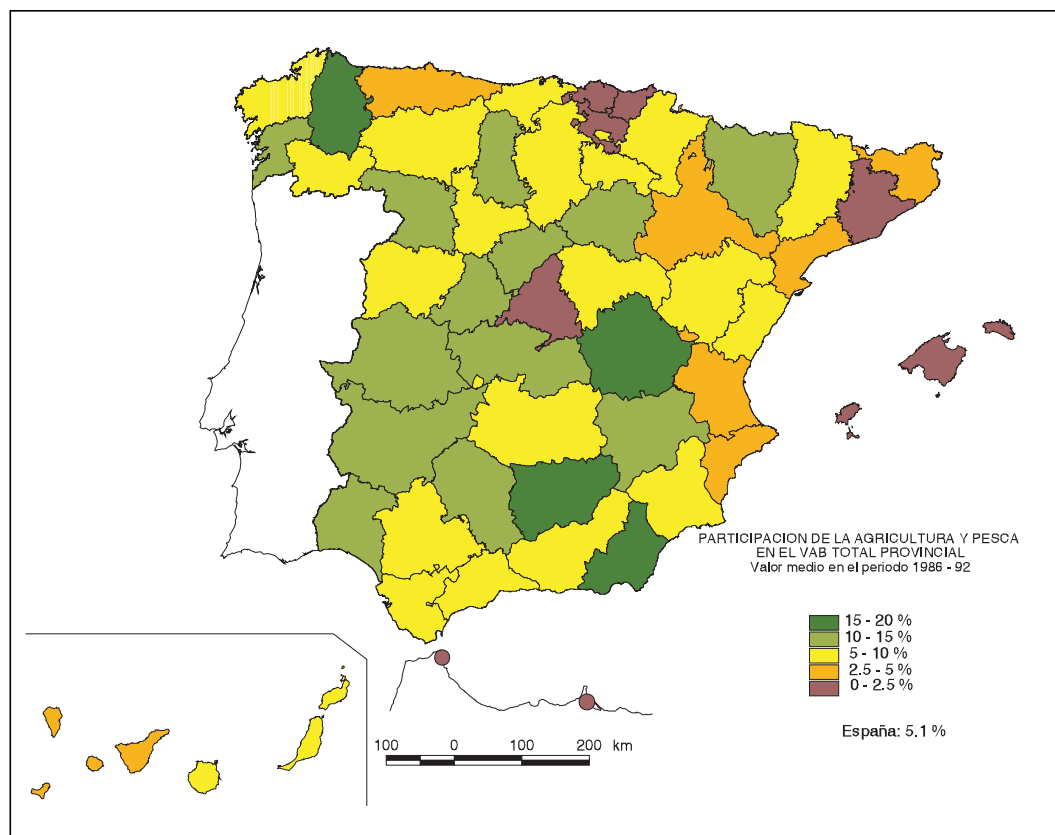


Figura 297. Mapa de participación de la agricultura y pesca en el VAB total provincial

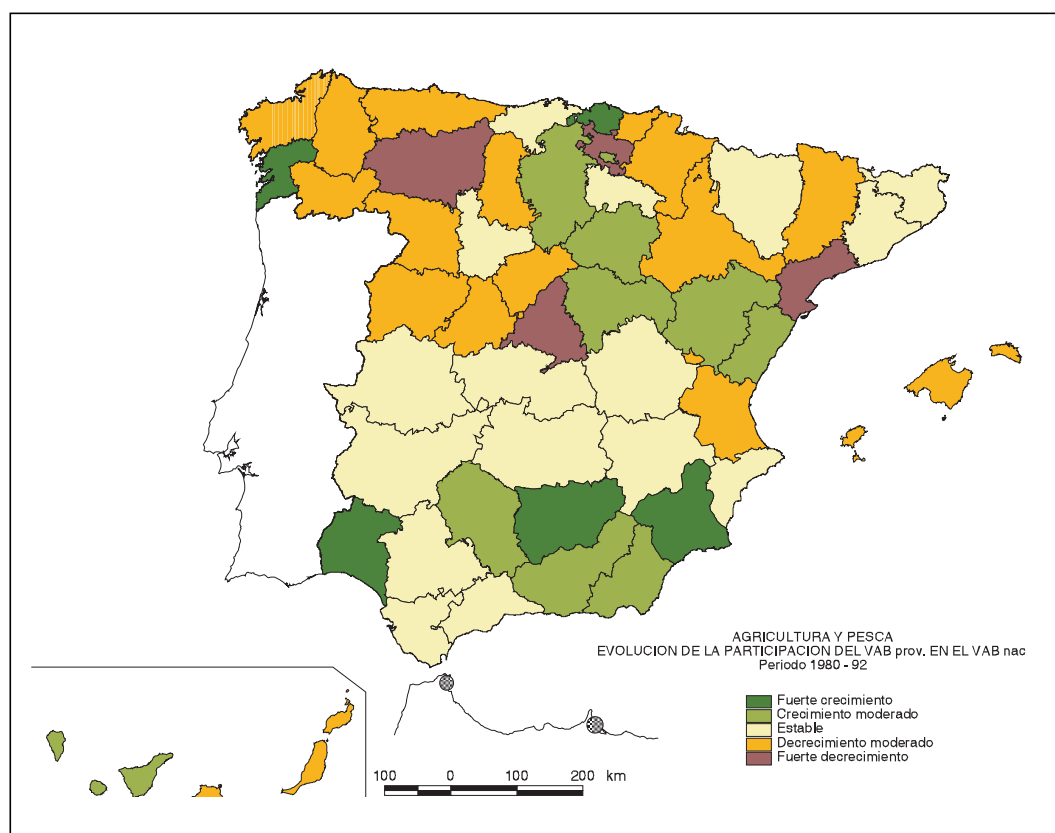
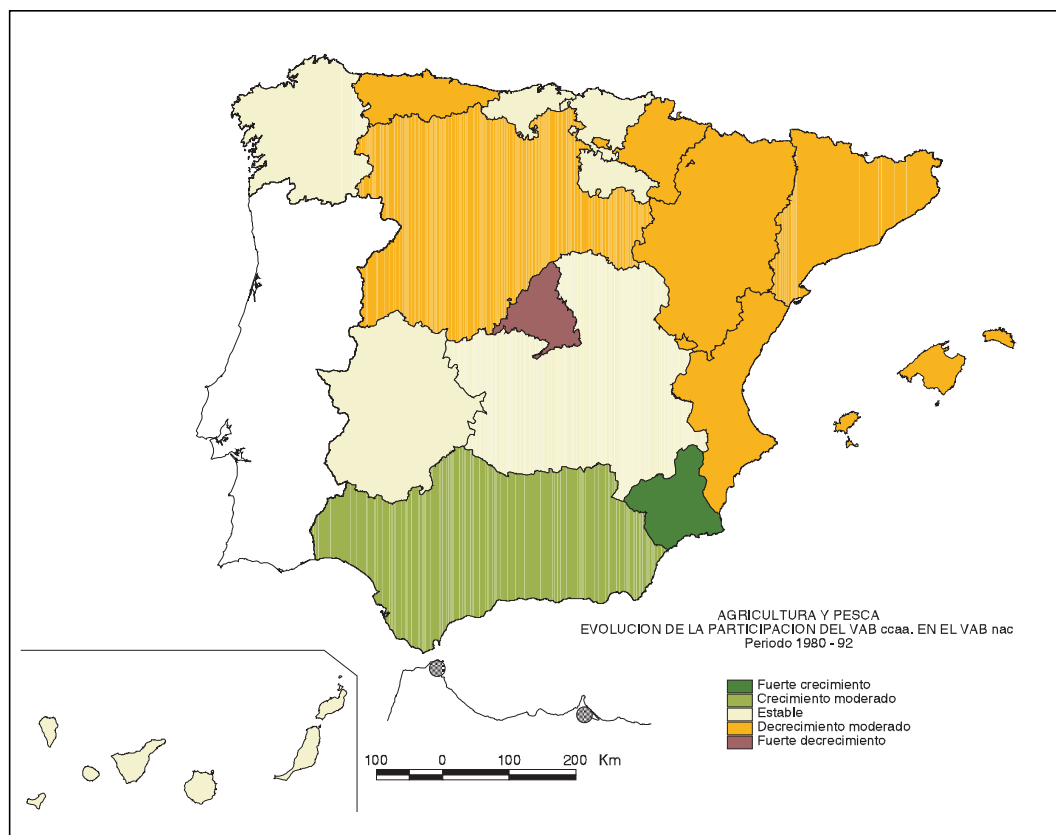


Figura 298. Mapa de tendencias de la participación del VAB provincial frente al VAB nacional en Agricultura y Pesca

Figura 299. Mapa de tendencias de la participación del VAB autonómico frente al VAB nacional en Agricultura y Pesca



Parece, pues, que se produce una tendencia inequívoca a la mayor especialización y productividad económica de la agricultura hacia las regiones mediterráneas y meridionales, buscando territorios a cotas inferiores, y sin que resulte un factor determinante ni disuasorio la mayor penuria hídrica de estas zonas.

Este hecho de que la regresión de las superficies de regadío guarde una relación directa con la altitud (la relación altitud-superficies ya fue examinada al estudiar el marco físico) puede ser razonablemente explicado en términos económicos. En efecto, la altitud tiene en la mayor parte de España una gran correlación con el régimen de temperaturas, por lo que, considerando que el desarrollo vegetativo de las plantas se ve influido por el período medio libre de heladas y por la integral térmica, la altitud condiciona tanto las orientaciones productivas que pueden desarrollarse en los distintos regadíos como sus rendimientos unitarios. Ello con independencia del adecuado suministro hídrico, que supondremos satisfactoriamente cubierto en todos los casos.

Con carácter general, el clima de altitudes superiores a los 500-600 m sobre el nivel del mar impide a nuestros regadíos materializar las ventajas comparativas que, por razones de latitud (y del clima que cabría esperar de ella), corresponden a los territorios españoles, y los limita a orientaciones productivas que entran en plena competencia con la agricultura continental europea.

Por el contrario, los regadíos situados por debajo de los 300 m, además de presentar rendimientos generalmente superiores, permiten adoptar aquellas orientaciones productivas que, bien por la propia exclusividad de los cultivos, o bien por las tempranas fechas en que pueden ser recogidas las cosechas (y por tanto puestas en los mercados), no sufren tal competencia, constituyendo por tanto un recurso económico para nuestro país verdaderamente estratégico y único, una ventaja comparativa sin posible competencia europea.

Abundando en el mismo análisis de dependencias altimétricas, la productividad neta aparente del agua, calculada a través de la relación entre el valor añadido agrario y el consumo bruto del agua, permite establecer una caracterización económica de los proyectos de transformación en regadío en función del factor que aquí nos interesa, que es el de los recursos hídricos (datos y resultados de DGPT [1995b] pag. 549). Al representar gráficamente los resultados así obtenidos frente a la altitud en que se sitúan estos proyectos, se muestra una sensible dispersión de valores, aunque apreciándose claramente que los regadíos con mayor productividad se encuentran a las cotas más bajas. Sin perjuicio de esta dispersión, que la hace un tanto artificiosa, en la figura 300 se muestra también la tendencia obtenida mediante el ajuste de una función potencial.

Cabe señalar que, dejando a salvo otras posibles ventajas sociales, se podría incurrir en algunos costes de

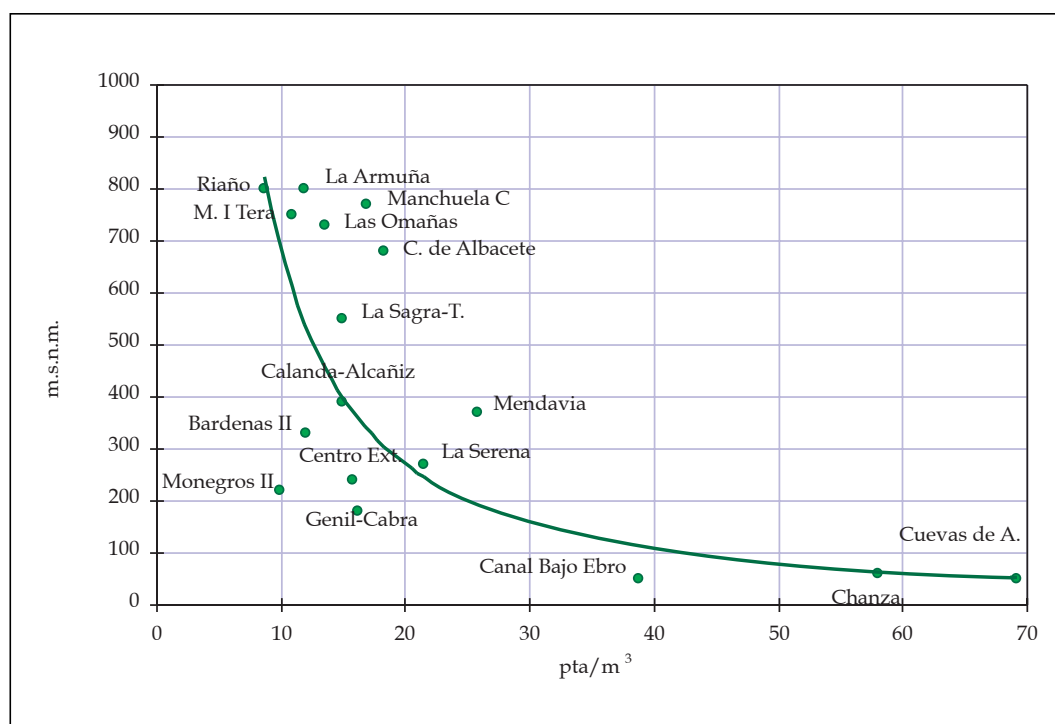


Figura 300.
Productividad del agua
en regadío en distintas
zonas

oportunidad si se hipotecasen recursos en alternativas agrícolas de baja productividad en detrimento de otros empleos en competencia, también agrícolas, más ventajosos en la utilización del recurso. Dilucidar tales cuestiones es, en todo caso, una cuestión compleja dado que, como se ha indicado, no sólo operan razones de estricta economía. Un criterio que con frecuencia resulta esclarecedor es el de la vocación e iniciativa de los usuarios, como el caso de Monegros II, en el que, en buena medida, se ha desarrollado el regadío con el empuje y esfuerzo económico de los regantes. Otras zonas pueden tener en principio productividades teóricas mayores pero carecer de esa vocación regante y, por tanto, dar lugar a demoras en las transformaciones e ineficacias de gestión que las hacen ser claramente no preferibles frente a las primeras.

Finalmente, y en relación con la cuestión de la productividad económica de los riegos, se aportan algunos resultados interesantes procedentes de la explotación de fuentes estadísticas básicas. En los mapas de las figuras 301 y 302 se representan, en primer lugar, la productividad del regadío a nivel municipal (en pesetas por hectárea), según el Censo Agrario de 1989, último de que se ha dispuesto, y, en segundo lugar, la relación regadío/secano de dicha productividad, a nivel provincial, según los Anuarios de Estadística Agraria del MAPA para el período 1990-94. Este último ratio puede considerarse un buen indicador de la rentabilidad esperable en las posibles transformaciones de secano en regadío en los distintos territorios españoles.

La inspección de ambos mapas permite concluir, inequívocamente, la concentración de las zonas más pro-

ductivas en el mediterráneo, suratlántico y valle del Ebro, y la mayor tensión para la transformación en las mismas zonas (señaladamente, en Murcia, Almería y Huelva). Es claro que esta tensión hacia la transformación solo se puede contener por la histórica limitación de sus recursos hídricos, y esta limitación ha conducido a situaciones de sobreexplotación y degradación que han de resolverse y no pueden continuar en el futuro.

No puede cerrarse esta somera caracterización del regadío, desde el punto de vista económico sin dedicar unos párrafos a la importantísima producción hortofrutícola española. Estas producciones hortofrutícolas, concentradas básicamente en el litoral mediterráneo, son las que parecen contar por el momento con un mejor pronóstico habida cuenta de la elevada productividad y rentabilidad alcanzada en estas orientaciones productivas. Este hecho es el reflejo de las ventajas comparativas de España sobre la agricultura europea, y ello a pesar del bajo nivel de protección que disfrutaban, de la amenaza que suponen los acuerdos con terceros países y de la fuerte restricción a que se ve sometido su desarrollo por las dificultades de suministro y el agotamiento de las disponibilidades de agua de origen interno.

3.7.1.2. Sector industrial

La actividad industrial aporta, en datos medios para el último decenio, aproximadamente el 25% de la producción total española en términos del VABpm (33% si se incluye construcción), cifra que supone un leve descenso con relación a la década anterior.

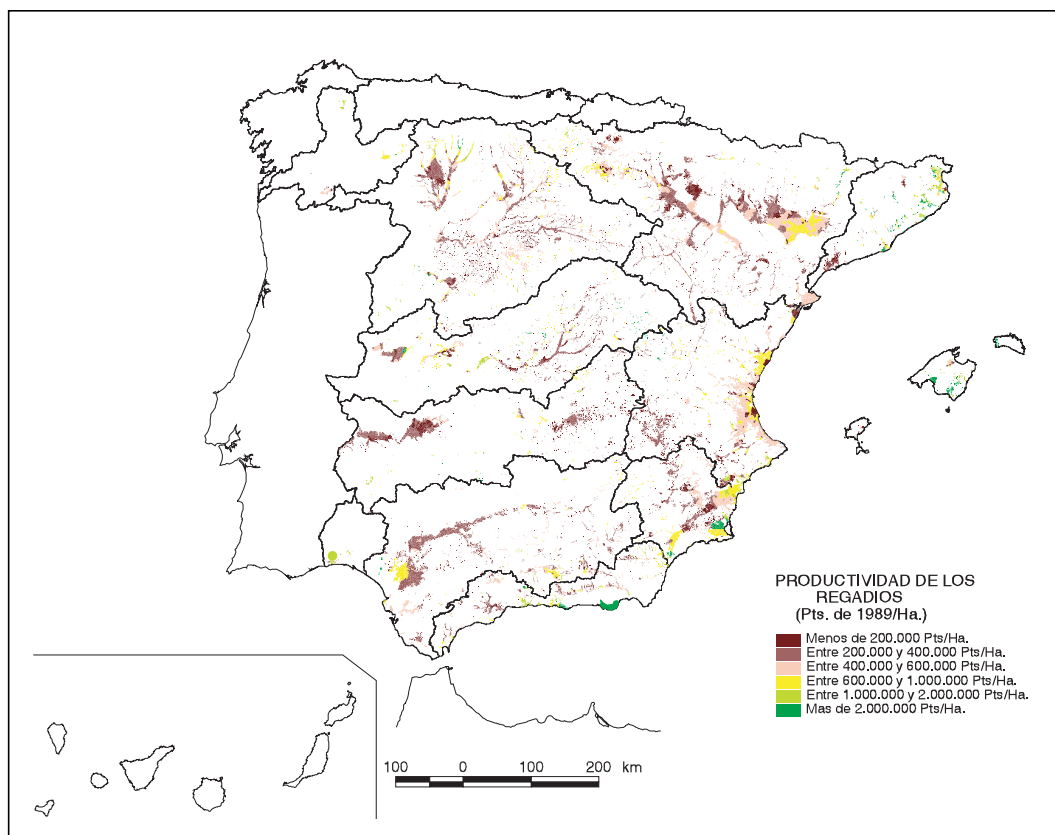


Figura 301. Mapa de productividad de los regadíos

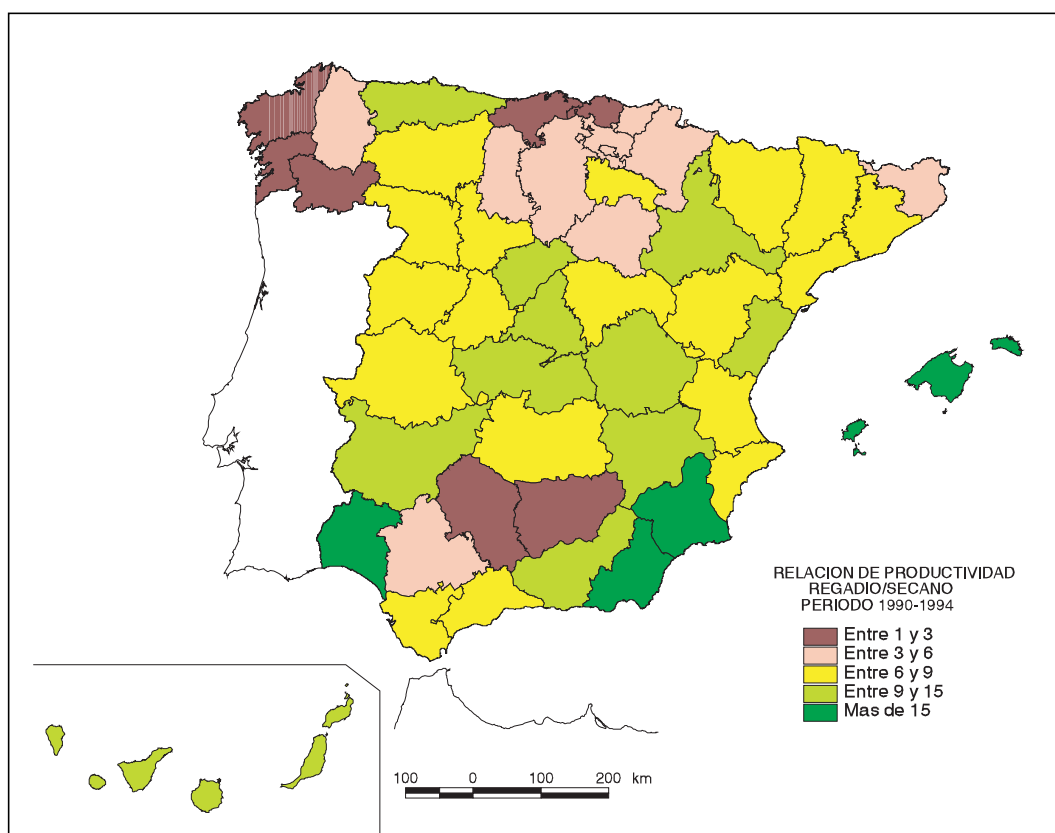


Figura 302. Mapa de relación de productividad regadío/secano

Es destacable, como vimos, su elevado grado de concentración en unos pocos ámbitos espaciales, aunque no puede afirmarse que este fenómeno se haya incrementado en los últimos años. Las Comunidades Autónomas del litoral mediterráneo peninsular aportan en torno a un 47% del VAB industrial español (Cataluña más de un 25%, Comunidad Valenciana un 11,2%, Murcia casi el 2% y Andalucía el 8,5%). Madrid concentra el 12,3% y la Cornisa Cantábrica casi el 15% (País Vasco un 9,5%, Cantabria un 1,4% y Asturias un 3,8%).

Por tanto, estos tres ámbitos espaciales suponen en total el 74% de la producción industrial española, aunque deben señalarse dos matices: el buen comportamiento tenido durante este período por las regiones con vocación tradicionalmente agraria (Castilla-La Mancha, Extremadura, Navarra, La Rioja, Castilla-León y en menor medida Galicia), que presentan tasas de crecimiento del VAB industrial notablemente superiores al total nacional en todos los casos y el declive espectacular del sector en la Cornisa Cantábrica, especialmente en el tramo asturiano, que pierde casi 3 puntos porcentuales de participación sobre el total nacional, en relación con el decenio anterior.

En relación con la demanda de agua, el sector participa en un 5% en la demanda total. Esta cifra se refiere a una demanda específicamente identificada; a ella habría que añadir el consumo realizado a través de la redes municipales de abastecimiento urbano, que, aunque no está desagregado en los datos disponibles, podría estimarse situado entre el 2% y el 3% (la industria alcanzaría por tanto una cifra total entre el 7 y el 8%, en tanto que el abastecimiento a poblaciones, sin usos industriales, se situaría entre el 10 y el 11% de la demanda total). Según un estudio específico sobre 423 observaciones dirigido a parametrizar el consumo de agua en el sector, y realizado para las Comunidades Autónomas de Valencia y Murcia (territorios sometidos a una situación de no abundancia en la disponibilidad de recursos hídricos), hay algunas pautas en la forma de manifestarse esta demanda, que vale la pena señalar:

- Se registra una gran heterogeneidad en el consumo de agua en la industria y en ella inciden un gran número de factores, pero lo más relevante es que el agua es un input sobre el cual la actividad industrial no toma referencia, en general, a la hora de organizar sus procesos productivos. La razón de este comportamiento probablemente estriba en la baja participación que este factor tiene en la estructura de costes de sus productos.
- Existe la práctica habitual de basar la proyección de esta demanda en los diferentes horizontes de planificación, en el consumo de agua por empleado; sin embargo los datos disponibles apuntan a que hay

variables que presentan una mejor correlación con el consumo de agua y por tanto pueden conducir a mejores estimadores. Es el caso de la potencia contratada (y también consumo de energía eléctrica), para la que se obtiene un valor de 75 m³/kW. Por tanto las mejores previsiones sobre el crecimiento del consumo de agua en el sector industrial deberían venir asociadas a las de crecimiento del consumo de energía en dicho sector.

- Es especialmente significativa la relación entre el consumo de agua y el origen del recurso. En efecto, la industria *media* tiende a consumir mucha más agua cuando se abastece de pozo que cuando lo hace de otro tipo de suministro. A estos efectos se entiende por industria *media* aquella cuyo comportamiento o relación se establece estadísticamente a partir de los datos aportados por todas las industrias encuestadas. Los resultados proporcionados por dicho modelo indican que dadas dos industrias de carácter o comportamiento medio que tengan un mismo valor de la variable considerada (producción final, etc.), puede esperarse un mayor consumo de agua en aquella que se abastezca de captación propia (pozo).

Puede decirse también que aproximadamente la mitad del consumo se produce en captaciones propias, bien directamente, bien a través de polígonos industriales autoabastecidos, y comprende a las grandes empresas consumidoras; el resto procede de la red municipal, incluyendo los polígonos industriales conectados a ella. Un pequeño porcentaje de industrias se abastecen de dos o más tipos de fuentes de suministro.

Sin duda este comportamiento cabe ser atribuido a las notables diferencias de costes que resultan para las empresas como consecuencia de las distintas fuentes de suministro. Estos costes son siempre inferiores, del orden de la mitad, en el caso de las captaciones propias, aunque hay que matizar que en este caso no incorporan los costes derivados del tratamiento y depuración de las aguas residuales.

En definitiva, la gran mayoría de las industrias realiza un bajo nivel de control del consumo de agua en los distintos procesos de producción pese a los grandes volúmenes consumidos, lo que sin duda es debido a la baja ponderación que tiene el input agua en la formación del precio del producto final.

3.7.1.3. Sector energético

Con el objetivo de efectuar un análisis económico de los recursos hídricos desde el punto de vista de su potencial hidroeléctrico, se ha llevado a cabo un estudio tendente a determinar la relación entre el valor energético-económico del agua y la altitud a la que se encuen-

tra. Para ello se han revisado todos los ríos españoles que tienen un importante aprovechamiento hidroeléctrico considerándose, como criterio general, todas las centrales hidroeléctricas de más de 5 MW de potencia instalada. Este estudio ha permitido evaluar tanto los coeficientes energéticos medios (kWh/m^3) de cada central, como el acumulado en cada tramo de río, de tal manera que es posible estimar con cierta aproximación, tal y como se ha indicado, el valor en términos energéticos - y en definitiva económicos-, que por esta razón tiene cada metro cúbico de agua en diferentes puntos (cotas) de la red hidrográfica española.

Los resultados obtenidos se resumen en el gráfico de la figura 303, en el que se representan producciones unitarias o coeficientes energéticos (kWh/m^3) frente a cotas (m.s.n.m.) de la muestra analizada (110 centrales), y la curva potencial ajustada a estos datos.

Si se asigna un valor económico al kWh producido (que, en coherencia con otros datos que se presentan en el texto, se efectúa en términos de valor añadido bruto a precios de mercado, estimado en 8 pta/kWh), esta curva de productividad energética se transforma en otra de productividad económica aparente, en términos de valor añadido neto, sin mas que efectuar el correspondiente cambio de escala.

3.7.1.4. Regadío e hidroelectricidad. Costes de oportunidad del empleo alternativo y diferencias territoriales

La fusión de los gráficos anteriormente expuestos, relativos a la rentabilidad del agua en los empleos

agrario e hidroeléctrico, permite presentar el gráfico unificado de la figura 304, en el que aparece reflejado el potencial económico o productividad aparente para posibles aprovechamientos alternativos energéticos o agrícolas de una unidad de agua, en función de la cota altimétrica en que se encuentre (para su elaboración no se ha incluido la Cornisa Cantábrica - a pesar de su importantísimo aprovechamiento hidroeléctrico - por no entrar en competencia con otros usos alternativos).

Es obvio que cada caso particular requeriría un tratamiento detallado que incorporase sus especificidades, y que, considerando las obvias simplificaciones del análisis realizado (que engloba situaciones muy diversas), *estos resultados no pasan de tener un valor meramente indicativo*, pero es ilustrativo en la medida en que, al haberse cuantificado estimativamente un hecho cualitativamente conocido, se informa sobre el orden de magnitud de la rentabilidad relativa media de estas actividades económicas.

Así, parece apreciable la deseconomía del riego a cotas del orden de los 700-800 msnm frente a la opción de producción energética, y es también perceptible la inflexión en torno a los 400 msnm, por encima de la cual la productividad se estanca o decrece, y por debajo de la cual aumenta enormemente, sobre todo de la cota 200 hacia abajo. Naturalmente que en la selección de opciones alternativas pueden -y deben- intervenir otros factores distintos al de la inmediata productividad económica, pero es bueno no perder de vista estos resultados con objeto de no incurrir

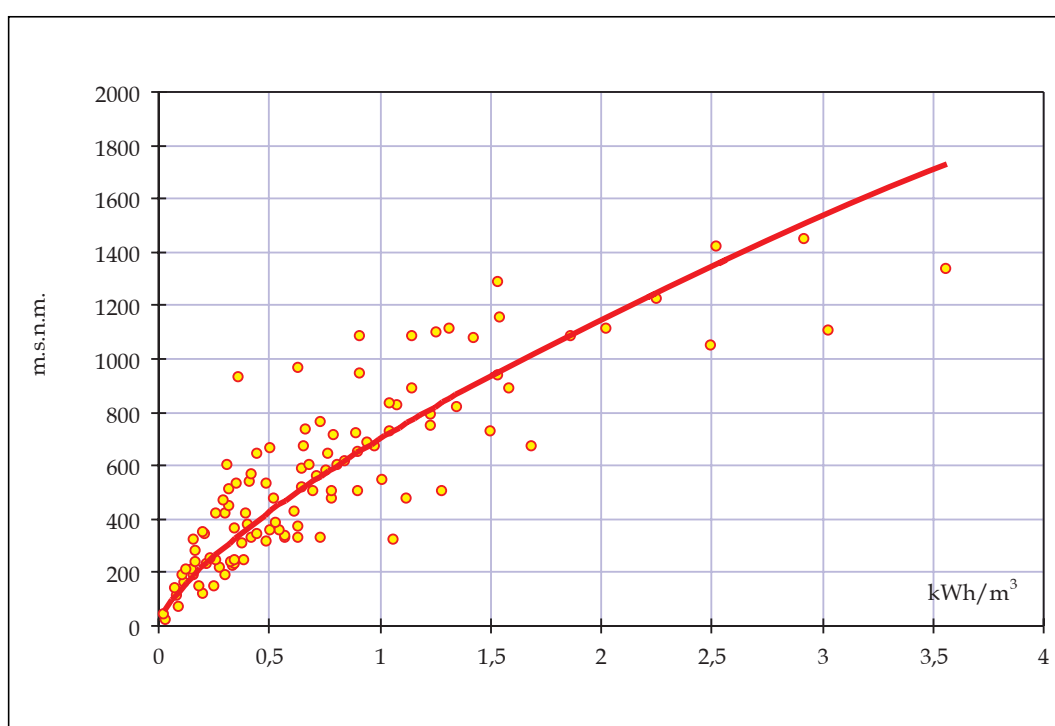


Figura 303.
Productividad
energética del agua

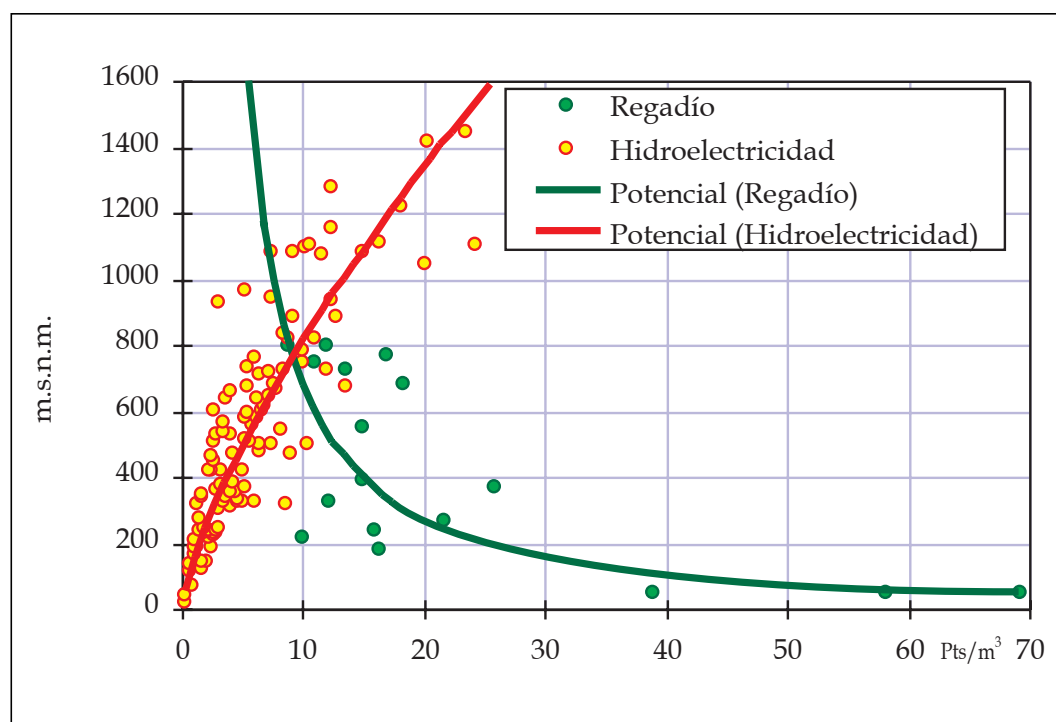


Figura 304.
Productividad
comparada energía-
regadíos

inconscientemente en soluciones inviables a largo plazo y gravosas para la economía nacional.

La localización del empleo del agua para regadío en las partes más bajas de las cuencas no presenta los costes de oportunidad, medioambientales y de potencial hidroeléctrico, que se asumen al emplearlo en regadíos situados en los territorios altos de las cuencas, orientados fundamentalmente a producciones de cereales de invierno y verano, oleaginosas y forrajeras. Estos proyectos están sometidos a elevadas externalidades negativas derivadas de la pérdida de producción de energía hidroeléctrica, tanto más elevada cuanto más altos estén situados los regadíos y mayor sea el aprovechamiento energético de la cuenca. Por el contrario, las tasas de rentabilidad más elevadas corresponden al litoral mediterráneo y suratlántico, cuya vocación productiva se orienta hacia los cultivos hortofrutícolas.

Por tanto, desde el punto de vista de la eficiencia del uso del agua como recurso escaso, y también del presupuestario, cabría exigir a los gestores públicos de ambos recursos una cierta consideración de estas opciones, no sólo en lo que se refiere a las nuevas transformaciones de regadío sino también a las ya existentes. Este tipo de análisis permite mostrar los costes de oportunidad en que se puede incurrir, en un escenario de recursos hídricos limitados como el que se dibuja en nuestro país.

En todo caso, la futura demanda de agua para regadío concerniente a las nuevas transformaciones de iniciativa estatal queda condicionada a los criterios y com-

promisos que al respecto se recojan en el Plan Nacional de Regadíos. Cabe esperar que este Plan defina las principales líneas de la política agraria en el futuro próximo y concrete los objetivos a acometer a corto plazo, explicitando en qué medida se deben primar los regadíos situados en los territorios mediterráneos con déficit de agua (en general los más competitivos) y en qué medida debe proseguirse con actuaciones destinadas a cubrir objetivos de índole social.

3.7.1.5. Sector servicios

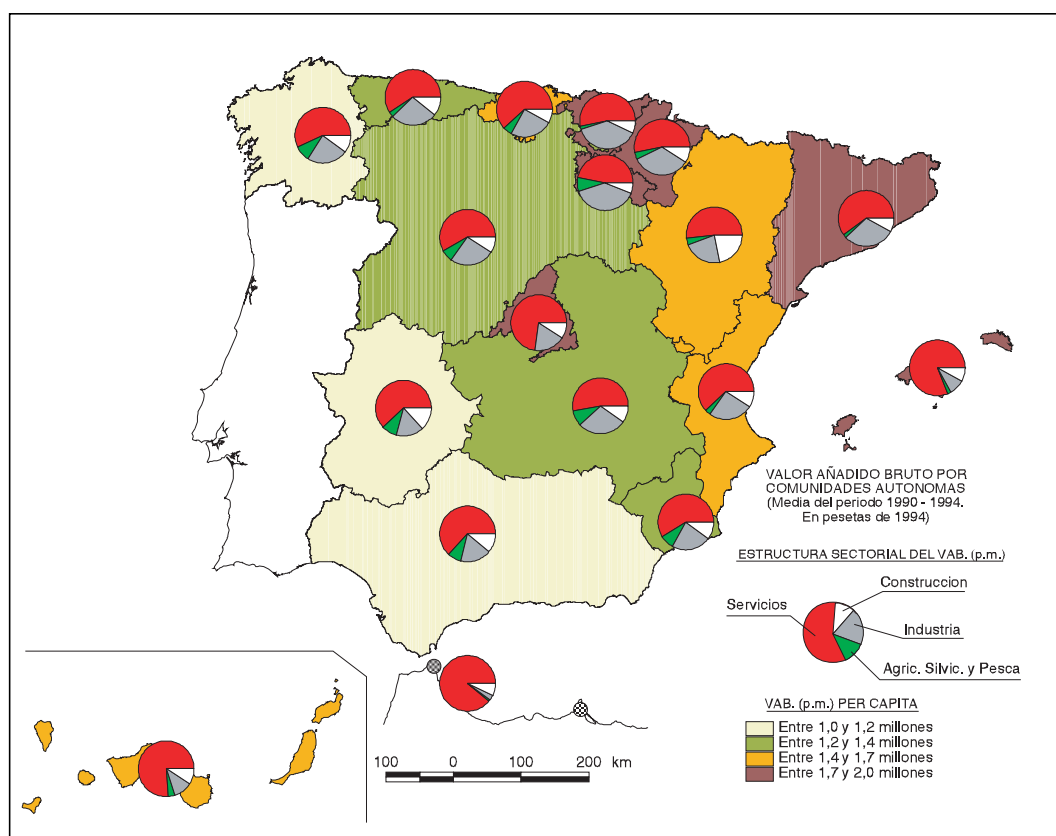
El impacto económico de la economía del agua sobre el sector servicios es de difícil separación, dado que de forma genérica y difusa todos requieren, en mayor o menor medida, de los recursos hídricos. Desde la relación indirecta a través del suministro urbano requerido por cualquier actividad en los asentamientos de población, hasta la más directa de servicios relacionados específicamente con el agua, la relación es, en todo caso, muy generalizada.

Considerando el turismo como parte del sector de los servicios, cabe reiterar los comentarios realizados singularmente para esta actividad.

3.7.1.6. Conclusiones

Antes de pasar a las conclusiones más estrictamente relacionadas con los recursos hídricos, tiene interés observar el mapa de la figura 305 de Valor Añadido Bruto a precios de mercado por Comunidades Autóno-

Figura 305. Mapa de estructura sectorial del VABpm por comunidades autónomas



mas, en el cual se sintetiza globalmente la estructura sectorial y territorial de la economía española.

Es interesante observar que este indicador *no parece guardar relación alguna* con la mayor o menor disponibilidad de agua. En efecto, en tanto que la escasez de agua aumenta en la dirección Noroeste-Sureste, el VAB per cápita lo hace en la dirección Noreste-Suroeste.

Otra conclusión que puede resultar esclarecedora de lo expuesto en los apartados anteriores es el orden de magnitud en que se sitúa la aportación del agua a la creación de riqueza en la economía española, a través de sus principales utilizadores/consumidores, en términos de VABpm y según los resultados de la Contabilidad Nacional de España. Para ello, es preciso incorporar los datos relativos al Abastecimiento, lo que lleva aparejado un margen de incertidumbre no despreciable.

En efecto, la contribución del agua consumida para abastecimiento (población residente y turismo) se evalúa de una forma indirecta: el agua para beber es una

necesidad básica y un recurso indispensable para la vida, por lo que, desde este punto de vista, su valor sería infinito; sin embargo, las demandas que se registran para el abastecimiento son muy superiores a estas necesidades estrictas. Por otro lado, la sociedad está dispuesta a dedicar en torno a un 0,30% del VABpm total para satisfacer estas demandas, como muestran las estadísticas oficiales - Contabilidad Nacional de España. Años 1986-1992. Subrama de agua (captación, depuración, distribución) -. Esta cifra debe considerarse como un mínimo, puesto que hay servicios vinculados al abastecimiento a poblaciones que no aparecen reflejados en la misma, entre otras razones por estar proporcionados de forma difusa por las distintas Administraciones públicas. La consideración de estas cuestiones, sujetas a un elevado margen de indeterminación, permite estimar, evitando caer en un error de subestimación, como más probable una cifra cercana al 0,5% del total nacional.

En definitiva, y como resumen, se presenta la tabla siguiente, en la que se incluyen los porcentajes de par-

Tabla 97. Participación porcentual de sectores en el VABpm y en el consumo de agua

SECTOR	Participación en el VABpm (%)	Participación en el consumo de agua (%)
Abastecimiento	0,50	15
Regadío	1,25	79
Producción hidroeléctrica	0,70	-
TOTAL	2,45	94

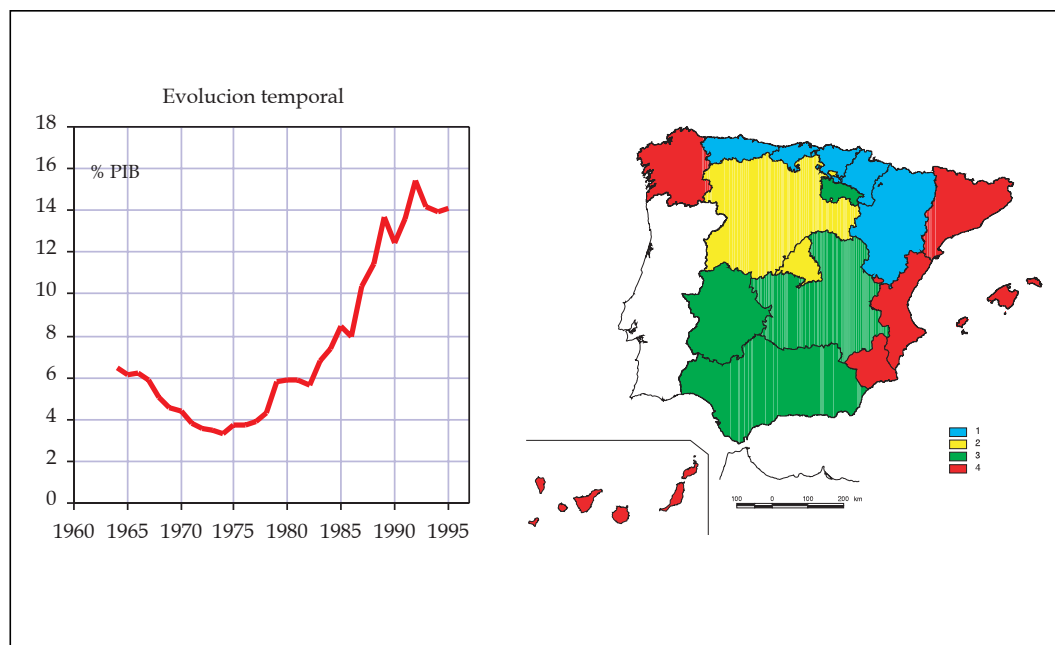


Figura 306. Evolución temporal de la economía sumergida española en porcentaje sobre el PIB, e indicadores de su estructura territorial

ticipación en el VABpm total de cada sector, y sus correspondientes porcentajes respecto al consumo total de agua. Se supone un consumo nulo hidroeléctrico ya que toda el agua usada retorna a la red, si bien ha de constatarse la existencia de un efecto de modulación de la explotación que puede impedir su utilización por otros usos (tabla 97).

Dejando a salvo las apuntadas incertidumbres de estos resultados, parece claro que el orden de magnitud en que se sitúa la aportación al VABpm es ciertamente reducido, conclusión que contrasta fuertemente con el argumento, frecuentemente esgrimido, del empleo productivo del agua que la relaciona con importantes intereses económicos generales afectados.

En efecto, a la luz de estas cifras, podría pensarse que tales intereses económicos no solo no son importantes, sino que parecen realmente muy modestos dado que, a pesar del importante grado de explotación al que están sometidos los recursos hídricos españoles -con las contrapartidas medio ambientales que ello comporta-, tan sólo puede atribuírseles un 2,45% del VABpm nacional a la actividad económica asociada directamente al empleo intensivo del agua.

Tal importante conclusión general requiere, sin embargo, algunas matizaciones.

En primer lugar, es un hecho cierto que, al margen de su estricta repercusión económica, existen muy importantes -y legítimos- intereses particulares puestos en juego, en un debate que frecuentemente suscita elevados grados de visceralidad, y donde los valores sociales y comunitarios -estudiados en otras secciones de este libro- pueden importar más que los directamente económico-productivos. En el caso del regadío, su sig-

nificación estratégica y el efecto multiplicador que puede jugar en el mundo rural hace que estas determinaciones macroeconómicas deban contemplarse con cautela, máxime considerando su impacto económico sobre otras actividades asociadas (piénsese, p.e. en el sector del transporte asociado a la producción de frutas y hortalizas, o el agroalimentario).

La heterogeneidad espacial de la actividad económica asociada a los riegos hace, además, que estas cifras promedien importantes diferencias territoriales en las distintas zonas agrícolas de España.

Desde el punto de vista hidroeléctrico, debe considerarse que este uso no supone ningún coste a los presupuestos públicos, al desarrollarse fundamentalmente por la iniciativa privada. Ello implica que los criterios de rentabilidad de las actuaciones eran los requeridos por sí mismas, por lo que la participación en el VAB no refleja cabalmente su eficiencia económica.

Por otra parte, estas cifras no contemplan una circunstancia que, en el caso del regadío, puede resultar bien significativa, y es la de la economía oculta o sumergida.

En relación con esto, es necesario comenzar indicando que debe diferenciarse lo que es simplemente economía oculta de lo que sería economía delictiva o criminal, para lo que resulta muy ilustrativa la situación de la economía campesina, con productores para el autoconsumo, trabajos por debajo de la legislación que no se pueden perseguir porque lo practican pequeños propietarios de fincas marginales que cubren rentas reales de trabajo con excedentes empresariales, o mantenimiento de la vida rural gracias a trueques, o transferencias de emigrantes a

las zonas urbano-industriales o a otros países (Velarde, 1998). Estas actividades no son claramente encajables en el concepto de economía delictiva, y pueden matizar las cifras ofrecidas, por lo que procede señalarlas aún de forma somera.

Con objeto de acotar la importancia de este fenómeno, el gráfico adjunto muestra la evolución estimada entre 1964 y 1995 del porcentaje de la economía irregular española en el Producto Interior Bruto. Se observa de 1964 a 1974 una onda de bajada que, probablemente a causa del mercado negro, viene de cotas muy altas. Desde 1974 a 1992 la onda marca una muy fuerte subida, que parece flexionar algo a la baja desde entonces hasta 1995, y que acaso continúa descendiendo desde entonces hasta la actualidad. Como puede verse, el 14% del PIB es una estimación razonable de la magnitud global actual de esta economía.

Por otra parte, el mapa de la figura 306 muestra la distribución territorial de indicadores de la economía oculta, con regiones (1) en las que tanto renta sumergida como irregularidades laborales son inferiores a la media española, regiones (2) en las que renta sumergida es mayor que la media pero la irregularidad laboral es inferior, regiones (3) en las que la renta sumergida es menor que la media pero la irregularidad laboral es mayor, y regiones (4) en las que tanto renta sumergida como irregularidad laboral son superiores a la media nacional (Serrano Sanz et al., 1998).

Como se aprecia, es en las regiones mediterráneas, Galicia y los archipiélagos donde el fenómeno se da con mayor intensidad, debido sin duda a las especiales características de sus estructuras productivas. La incidencia de esta situación sobre las macromagnitudes antes ofrecidas de los sectores económicos vinculados directamente al agua, no puede, desde luego, ser ignorada, y supondría una modificación al alza de las cantidades indicadas.

3.7.2. El vigente régimen económico-financiero

Una vez contemplados los conceptos y magnitudes básicas del agua como factor económico, procede considerar qué tratamiento se ha dado a esta cuestión en nuestro país desde el punto de vista de la regulación normativa, y cuál es la experiencia observada en la aplicación de este régimen.

Huelga abundar en la importancia de esta cuestión: no habrá gestión del agua moderna y rigurosa en tanto en cuanto el régimen económico-financiero que la regula no sea suficiente y satisfactorio.

3.7.2.1. Introducción

Las referencias al uso del agua en términos de racionalidad y economía son numerosas en la Ley de Aguas (Título II: De la administración pública del agua. Principios generales; Título III: De la Planificación hidrológica, por ejemplo). También la Constitución (artículo 45) le dedica, en tanto que recurso natural, atención específica a esta cuestión. A raíz de estas disposiciones, cabe analizar brevemente la organización que desde la óptica económica se ha definido en España en torno a los recursos hídricos y plantearse si es la más adecuada para afrontar los problemas y retos actuales.

En el caso del agua, y como ya se ha indicado, podemos referirnos a ella en dos planos básicos: en primer lugar, como recurso natural y, en segundo, como recurso disponible con una cierta garantía merced a las infraestructuras hidráulicas de regulación pertinentes. En este último caso cabría hablar de ella como un producto más en sentido económico, resultado de un proceso productivo que utiliza el propio recurso natural como factor de producción. Otras veces, los recursos hídricos son utilizados directamente, sin necesidad de intervención humana (caudales fluyentes, disfrute medioambiental, etc.).

Toda sociedad debe resolver tres cuestiones básicas de organización económica cuando se trata de bienes limitados o, mejor dicho, escasos para las demandas existentes. En relación con los recursos hídricos, aunque existe una gran diversidad de servicios ligados a ellos, procede referirse aquí a los que recaen más directamente sobre las competencias del Estado, esto es más concretamente, lo que constituye la oferta básica de agua. Estas preguntas serían las siguientes:

- ¿Qué servicios relacionados con el agua hay que producir y en qué cantidad, en particular, cuánta agua regular para convertir en disponible?
- ¿Quién o qué agentes deben ser los suministradores de estos servicios y cómo o qué métodos deben utilizarse?
- ¿Para quién se van a producir, es decir, cómo asignar el recurso disponible entre los demandantes, usuarios o consumidores?

Las sociedades adoptan diferentes sistemas económicos para intentar dar la mejor respuesta a los tres problemas planteados y asignar de la mejor manera posible sus recursos escasos. Como es sabido, los países de nuestro entorno, España incluida, han adoptado sistemas mixtos para su organización económica general, cuyos elementos son en su mayoría de economía de mercado donde los precios, los beneficios y el mercado juegan un papel fundamental. Junto a ellos, convi-

ven también elementos culturales y algunos procedentes de las costumbres, a los que se han incorporado otros, propios de la economía centralizada, a fin de corregir posibles fallos del mercado. El escenario resultante es por todos conocido.

En el caso del agua no es preciso señalar que han sido los elementos culturales y tradicionales los que más han influido a la hora de establecer la vigente regulación básica en torno a los recursos hídricos. Sin embargo, cabría plantearse: ¿Es el agua, salvo algunas peculiaridades, un bien como los demás bienes y servicios, y por tanto no debe haber distinciones a la hora de efectuar el análisis de la eficiencia con que su organización económica resuelve las preguntas planteadas? o, por el contrario, ¿presenta suficientes características propias que aconsejen no utilizar la misma metodología y criterios que la economía aplica como disciplina científica al estudio de los demás bienes y servicios?

Responder a estas cuestiones no es fácil ni inmediato, habida cuenta de los múltiples planos en que cabe aproximarse al estudio de los recursos hídricos. Pero sea cual sea esta respuesta lo que sí cabe plantearse es si la actual ordenación de los recursos hídricos en España ha conducido a una organización económica satisfactoria desde el punto de vista de dar una respuesta eficiente a las preguntas básicas de la economía.

Respecto a la primera de las preguntas, la respuesta ya ha sido adelantada, dentro de este mismo documento, en los capítulos dedicados a las demandas y a las disponibilidades de agua, respectivamente. No se insiste por tanto en la elevada cuantía alcanzada por la oferta de agua, sólo señalar que una parte importante de ésta ha sido impulsada por el propio sector público, con el consiguiente efecto sobre el sostenimiento de la demanda.

En relación con la segunda, la responsabilidad ha recaído en general sobre el Estado, bajo la aplicación del régimen económico-financiero que en este mismo epígrafe se describe con algún detalle. Posiblemente ello ha sido debido a que las cuantiosas inversiones requeridas para la ejecución de las infraestructuras (baste el ejemplo de la regulación de las aguas superficiales) sobrepasaban, con la excepción del sector eléctrico, la capacidad de financiación de los agentes privados. Junto a estas actuaciones, deben señalarse los numerosos aprovechamientos de aguas subterráneas que en su mayoría han sido llevados a cabo por los particulares. Finalmente, el nivel de desarrollo tecnológico de cada época es el que ha ido respondiendo al cómo.

La respuesta a la tercera pregunta viene dada, fundamentalmente, por el régimen concesional establecido en la Ley de Aguas y el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, ya que en él se regulan los derechos al uso

privativo del agua que, junto a los supuestos de disposición legal, completan los derechos a la utilización del dominio público hidráulico. En definitiva, también esta cuestión ha estado muy influida por el Estado.

Por tanto, la característica más destacable del sistema de asignación descrito es que, al contrario de lo que sucede con otros muchos bienes económicos donde es el mercado quién realiza este papel, ha estado fuertemente condicionado por la iniciativa del Estado.

Atendiendo más específicamente al régimen económico-financiero que en la actualidad regula los aspectos básicos de la utilización del dominio público hidráulico, hay que señalar que está recogido fundamentalmente en la propia Ley de Aguas de 1985 y en el Reglamento que la desarrolla, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. Sin embargo, es importante señalar la existencia de múltiples regímenes específicos de financiación que obedecen a razones de muy diversa índole, como se va a tratar de sintetizar.

En primer lugar, se registran casos de singularidad dentro de la propia legislación general citada. Es el supuesto de los aprovechamientos hidroeléctricos, cuyas obligaciones económicas se centran en el canon de producción al que están sujetas las centrales ligadas a infraestructuras del Estado, y que se inscribe no en la órbita de la legislación de aguas, sino en la de contratación de las Administraciones Públicas.

En segundo lugar, hay atribuciones competenciales que, al ser ejercidas por las distintas administraciones concernidas, pueden definir marcos económico-financieros adicionales o alternativos (caso de la normativa propiciada por la Administración agraria para las transformaciones en regadío, como se detallará más adelante; de los servicios de abastecimiento y saneamiento, donde existen importantes responsabilidades en el ámbito autonómico y local; o del amplio margen del que evidentemente disponen las CCAA en las cuencas intracomunitarias).

En tercer lugar, cabría citar las disposiciones que regulan, de modo disperso, las transferencias de recursos hidráulicos, actualmente existentes, entre cuencas hidrográficas distintas. Como se verá, algunas de ellas se pueden encuadrar dentro de los principios tradicionales de la legislación de aguas (trasvases Tajo-Segura, Guadiaro-Guadalete y Tajo-Guadiana), pero otras definen regímenes económico-financieros especiales (abastecimientos al campo de Tarragona y a Mallorca).

Finalmente, además de estas regulaciones citadas, que afectan directamente a las condiciones económico-financieras bajo las que se produce la oferta de los servicios del agua, no deberían olvidarse otras, como las existentes en los sectores agrario y, en menor medida,

eléctrico, por cuanto que condicionan la demanda de productos de estos sectores e indirectamente, por tanto, la utilización del dominio público hidráulico. Aunque en este documento no procede extenderse en ellas, no pueden despreciarse los efectos que, en el plano económico, tienen sobre la ordenación de los recursos hídricos españoles.

En el apartado siguiente se detallan, por su trascendencia en el desarrollo de infraestructuras hidráulicas, la Ley 7 de julio de 1911, aún vigente, y el Decreto 118/1973, de 12 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario. En lo que se refiere a la Ley de Aguas, se tomarán en consideración, no solamente las disposiciones básicas contenidas en el Título VI, dedicado específicamente a estas cuestiones, sino también algunas de las contenidas en el Título IV, especialmente las relativas a autorizaciones y concesiones.

3.7.2.2. Antecedentes históricos. La Ley de Obras Hidráulicas de 1911

Las ideas regeneracionistas en materia hidráulica y de regadíos se consolidan definitivamente en el ordenamiento jurídico con la Ley de 7 de julio de 1911, sobre construcciones hidráulicas para riegos y de defensa y encauzamiento, aunque debe citarse el antecedente de la Ley 7 de julio de 1905, cuya vigencia se mantuvo para las zonas regables de menos de 200 hectáreas. La conocida como Ley Gasset (modificada por la Ley de 16 mayo de 1925 y la de 24 de agosto de 1933), aplicable solamente cuando la extensión de la zona regable sobrepasase la cifra citada, establece una serie de auxilios públicos para la financiación del tipo de obras incluidas en la misma.

El Capítulo I de esta Ley, dedicado a las construcciones hidráulicas con destino a regadíos, señala que el Estado, además de encargarse de la redacción de los proyectos y otros estudios complementarios, dispone de tres procedimientos para canalizar las ayudas:

Ejecución por el Estado con auxilio de las localidades interesadas

En las transformaciones de secano en regadío, los propietarios de las tierras deben comprometerse a contribuir con el 50% de los gastos de construcción de las obras (incluido expropiaciones), si bien sólo deben satisfacer el 10% (que puede suplirse con la aportación de los terrenos que sea necesario ocupar), porque el otro 40% puede ser anticipado por el Estado a un interés anual del 1,5%, a devolver en 25 años a partir del quinto año de la fecha de terminación de las obras.

En las mejoras o ampliaciones de los regadíos existentes los regantes se comprometen a contribuir con un 60%, aunque de este porcentaje sólo el 20% deben aportarlo durante la ejecución de las obras (con la misma observación del caso anterior), porque el otro 40% puede ser anticipado por el Estado a un interés anual del 2%, a pagar en 20 años. Sendos Decretos de 15 de diciembre 1939 y de 27 de julio de 1944 incluyen, respectivamente, en este tipo de obras, las de revestimiento de acequias y las de recrecimiento de presas y otras complementarias, con algunas ligerísimas modificaciones en las cuantías y condiciones de ayuda.

Los auxilios se declaran compatibles con otras posibles subvenciones aportadas, en su caso, por las Diputaciones provinciales o la Administración Local. Una vez cumplidos los requisitos exigidos en la Ley, las obras pasarán a ser propiedad exclusiva de los propietarios o Comunidades de regantes, expidiéndose título de concesión a perpetuidad.

Asimismo, se prevé la posibilidad de que el Gobierno pueda ejecutar obras de regulación cuyo objetivo, complementario al del riego, sea el mejor aprovechamiento de la energía hidráulica, con el auxilio de las entidades que hayan de beneficiarse y en las condiciones que se acuerden.

En caso de que los interesados en la ejecución de las obras de riego reguladas por ella cuenten con la cooperación de entidades industriales dispuestas a aprovechar la energía hidroeléctrica que de tales obras pueda obtenerse, el auxilio exigido por el Estado se incrementará en un porcentaje, variable en función de las características técnicas del salto, que deberá ser cubierto por dichos usuarios industriales. Esta misma obligación se establece también para todas las concesiones de nuevos saltos (debiendo ser satisfecha en 20 anualidades) y se generaliza, con algunos matices, para los aprovechamientos de saltos existentes que se benefician de obras ya realizadas por el Estado.

Ejecución por Empresas o Sociedades con auxilio del Estado

Se refiere a transformaciones de secano en regadío, debiendo acreditar los solicitantes la representación de los propietarios de la mitad, al menos, de la zona regable. En este caso, la subvención alcanza el 50% del presupuesto de las obras (incluido expropiaciones), más otro 25% en concepto de préstamo, a un interés anual del 2% y reintegrable en 25 años. Para estos supuestos, se contempla también la posibilidad de acogerse a la Ley de Auxilios de 27 julio 1883. Esta modalidad tuvo una escasa aplicación y por tanto muy poca trascendencia práctica. Cabe indicar la similitud

conceptual de esta fórmula con los modernos mecanismos de construcción y explotación de obras hidráulicas instrumentados por Sociedades Estatales.

Ejecución por cuenta exclusiva del Estado

Este procedimiento se reserva, siempre que se cumplan determinados requisitos, para obras comprendidas en los planes aprobados por las Mancomunidades Hidrográficas, en tanto no esté aprobado un Plan general de obras hidráulicas. Los terrenos afectados por las obras de puesta en riego quedan sujetos al pago de unas tarifas que progresivamente alcanzarán el valor legalmente aprobado. De forma análoga, los aprovechamientos industriales que se benefician de las obras de ampliación o mejora ejecutadas por el Estado están obligados al pago de un canon. Este tercer procedimiento fue, con mucho, el más empleado de todos, y el único que en la práctica dio abundantes resultados.

En lo que se refiere a obras de defensa y encauzamiento (Capítulo II), los beneficiados por las obras de tal naturaleza deberán garantizar, al menos, el 25% del presupuesto total de las mismas, pudiendo hacerse efectivo en 20 años. Llama la atención lo dispuesto en la Orden 4 de abril 1923, a propósito de las actuaciones aquí reseñadas, por cuanto exige la realización de un estudio económico que demuestre que la riqueza que con ellas se va a crear o cuya ruina se podrá evitar, es superior a los gastos que las obras representan.

El sistema definido en la Ley, y que en síntesis se acaba de describir, fue perfeccionado por varios Decretos de convalidación de tasas (el 133/1960, el 134/1960 y el 144/1960), surgidos al amparo de la Ley de Tasas y Exacciones Parafiscales, de 26 de diciembre de 1958. Cada uno de ellos define, bajo un esquema similar, la estructura de la tasa que convalida: en el primero de ellos, las tasas de riego; en el segundo, el canon de ocupación o aprovechamiento de los bienes de dominio público; y en el tercero, el canon de regulación. A partir de este momento se acuña una terminología que acabará influyendo decisivamente en la Ley de Aguas de 1985 (Álvarez Rico et al., 1981).

Finalmente debe señalarse, en lo que se refiere a las zonas regables declaradas de interés nacional, la Ley sobre Colonización y Distribución de la Propiedad de las Zonas Regables de 21 de abril de 1949. Esta ley impulsa, en las décadas siguientes, las transformaciones de secano en regadío en grandes zonas, a través de actuaciones conjuntas entre el Ministerio de Agricultura y el de Obras Públicas, promulgándose en 1973 la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario, cuyo texto refunde la legislación de colonización de grandes zonas y de concentración parcelaria.

En esta Ley se establecen ayudas del 100% para las obras de interés general (camino rurales de servicio, encauzamiento y protección de márgenes en cauces públicos, acequias de enlace y otras obras varias); del 40% para las obras de interés común (redes secundarias de distribución y desagües), más un préstamo del otro 60% sin interés, reintegrable en 5 años a partir de la declaración oficial de puesta en riego; y, por último, para las obras de interés agrícola privado (red en parcela), una subvención del 30%, más un anticipo del otro 70% sin interés a devolver en 20 años. Al actualizar los reintegros, el resultado práctico era de un retorno al Estado casi inexistente.

3.7.2.3. Principios básicos del régimen vigente

En esta sección se examinarán los principios básicos inspiradores del régimen actualmente vigente en materia económico-financiera relacionada con las aguas. Este régimen se configura, como veremos, mediante cuatro figuras básicas, y un conjunto disperso de preceptos relacionados.

3.7.2.3.1. Las cuatro figuras básicas de la regulación actual

El vigente régimen económico-financiero, definido en el Título VI de la Ley de Aguas, se articula en torno a cuatro figuras fundamentales, cuya gestión y recaudación se encomienda a los Organismos de cuenca. Seguidamente se apuntan los rasgos básicos de estas cuatro diferentes exacciones que se deberán abonar por la utilización privativa del dominio público hidráulico, para exponer posteriormente los resultados de su aplicación desde la promulgación de la Ley de Aguas, los problemas planteados en esta aplicación práctica, y algunas reflexiones suscitadas al hilo de tales experiencias.

Canon de utilización de bienes de dominio público

Este canon, introducido en el art. 104.1 LA bajo la denominación de canon de utilización de bienes de dominio público hidráulico, y también conocido como canon de ocupación, grava la ocupación o utilización de los terrenos de cauces y lechos de lagos, lagunas y embalses sobre cauces públicos, que requieran autorización o concesión administrativa.

- Se aplica a todos los bienes del dominio público hidráulico excepto al agua.
- Está destinado a la protección y mejora del dominio público hidráulico afectado.

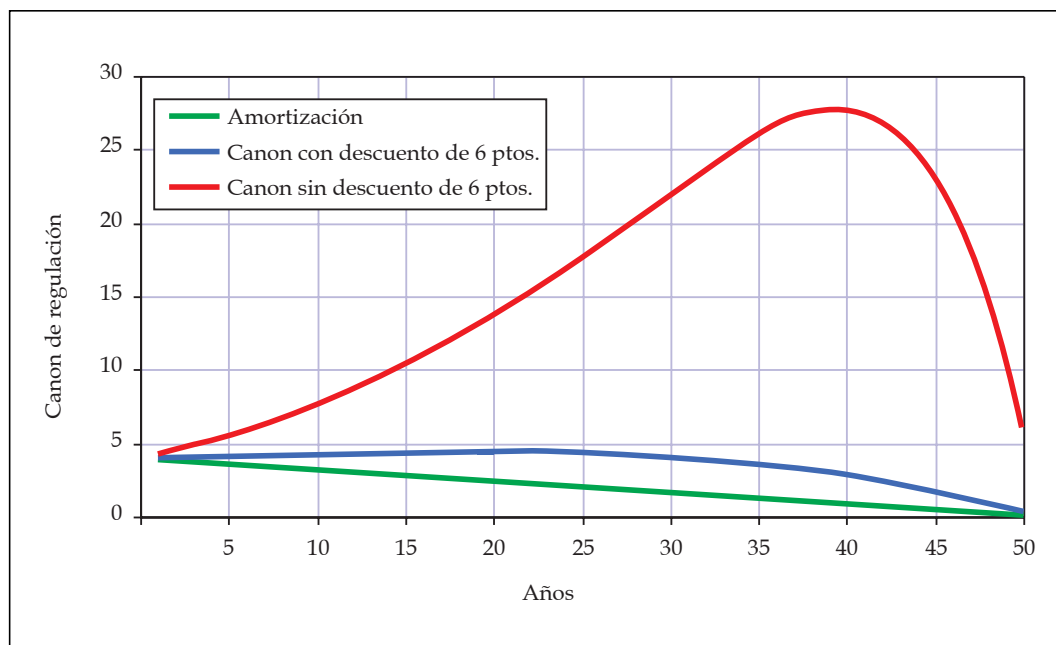


Figura 307. Evolución del canon de regulación (Inversión=100; Interés legal del dinero=9%)

- El importe se fija en el 4% de la base imponible, siendo ésta el valor del bien utilizado.
- Están exentos los concesionarios de aguas.

Canon de vertido

Esa exacción, introducida en el art. 105 LA bajo la denominación de canon de vertido, grava los vertidos autorizados conforme a lo dispuesto en los artículos pertinentes de la Ley.

- Está destinado a la protección y mejora del medio receptor afectado por el vertido. Se refiere a actuaciones relativas a la calidad de las aguas, conforme a los objetivos de calidad previstos en los Planes Hidrológicos de cuenca.
- El importe resulta de multiplicar la carga contaminante, expresada en unidades de contaminación, por el valor asignado a cada unidad. Se entiende por *unidad de contaminación* la producida por el vertido tipo de aguas domésticas correspondiente a 1000 habitantes, durante un año. Los detalles sobre estas unidades y las equivalencias para los vertidos de otra naturaleza, se fijan reglamentariamente. El valor puede ser distinto por tramos de río y se fijará según las previsiones de los Planes Hidrológicos de cuenca.

Canon de regulación

Este canon, introducido en el art. 106.1 LA, grava a los beneficiados, directa o indirectamente, por las obras de regulación de aguas superficiales o subterráneas realizadas total o parcialmente a cargo del Estado.

- Está destinado a compensar al Estado por sus aportaciones financieras.
- Su cuantía anual resulta de sumar los siguientes conceptos:

1. Gastos de funcionamiento y conservación de las obras realizadas.
2. Gastos de administración imputables a dichas obras.
3. El 4% de las inversiones realizadas por el Estado, debidamente actualizado y teniendo en cuenta la amortización técnica de las obras. Reglamentariamente se determinó, mediante una fórmula, el tipo de amortización (lineal decreciente) y se fijó un período para la misma de 50 años. Si bien se contempla una actualización de la base imponible, se estableció un descuento (no previsto en la Ley) de 6 puntos porcentuales sobre el interés legal del dinero. Ello tiene, como se verá, importantes consecuencias.

- La distribución de dicho importe entre los beneficiados se realizará con criterios de racionalización del uso del agua, equidad y autofinanciación. Reglamentariamente se determina que estará en proporción a la participación en los beneficios generados por las obras. El valor unitario de aplicación individual, una vez establecidas las oportunas equivalencias entre distintos usos, viene dado en unidades de superficie cultivable (lo general en regadío), caudal, consumo de agua, energía u otra que se estime adecuada.

Como se indicó, la modificación reglamentaria tiene importantes consecuencias, que se ilustran en la figura

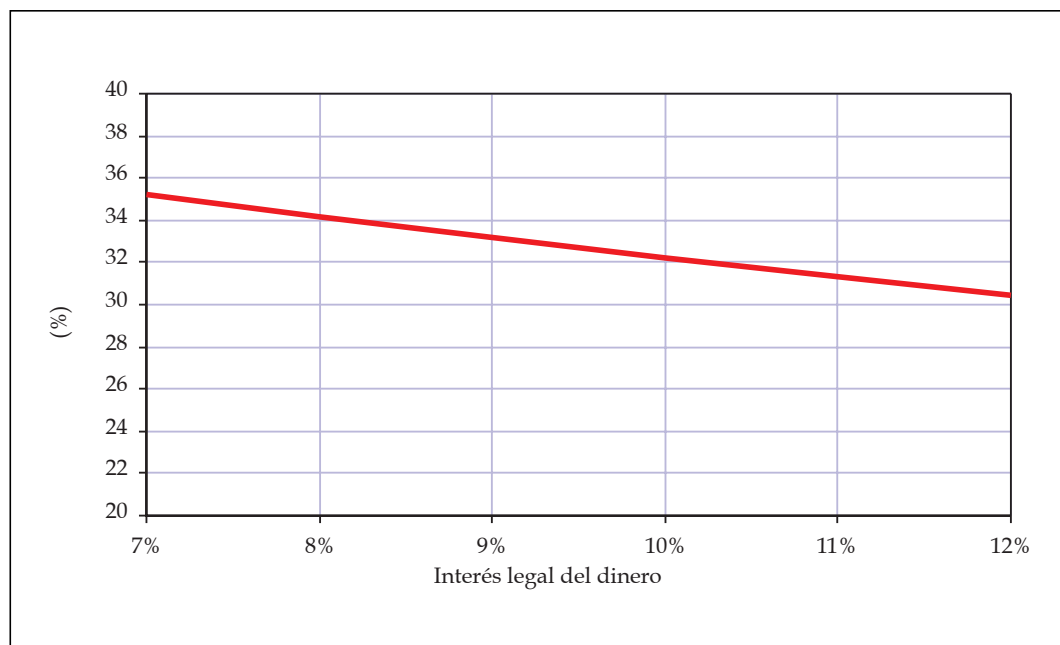


Figura 308.
Participación de los usuarios en el pago de la inversión de regulación según el interés legal del dinero

307. En ella se ofrece el resultado de aplicar los conceptos anteriores, mostrando la evolución de la amortización y el canon de regulación con y sin el descuento de 6 puntos introducido en el Reglamento, en un supuesto de inversión 100 e interés legal del 9%.

La figura 308 muestra asimismo la participación de los usuarios en el pago de la inversión según el interés legal del dinero.

Tarifa de utilización del agua

Introducida por el art. 106.2 LA, esta exacción grava a los beneficiados por otras obras hidráulicas específicas (no de regulación) realizadas íntegramente a cargo

del Estado, y por el concepto de la disponibilidad o uso del agua.

- Está destinado a compensar al Estado por sus aportaciones financieras.
- Su cuantía anual resulta de sumar los siguientes conceptos:
 1. Gastos de funcionamiento y conservación de las obras realizadas.
 2. Gastos de administración imputables a dichas obras.
 3. El 4% de las inversiones realizadas por el Estado, debidamente actualizado y teniendo en cuenta la amortización técnica de las obras.

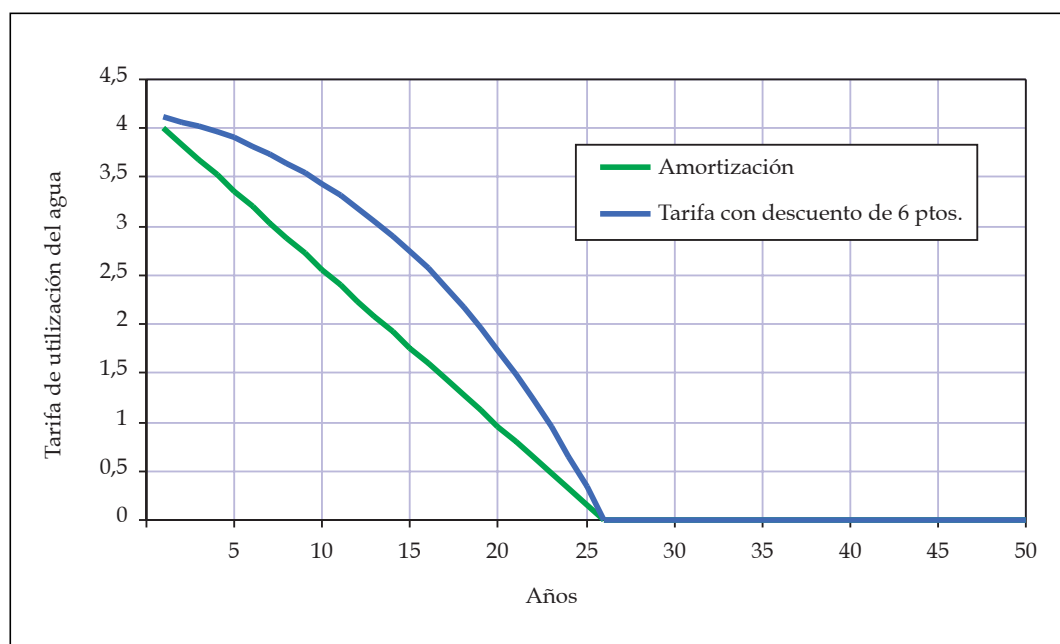
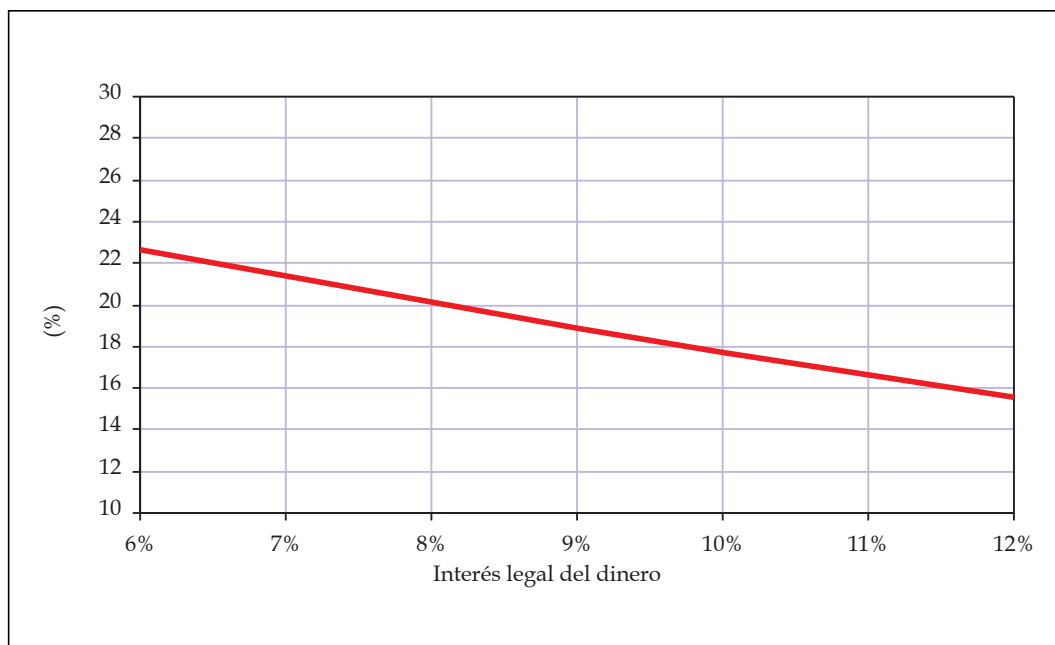


Figura 309. Evolución de la tarifa de utilización
(Inversión=100; Interés legal del dinero=9%)

Figura 310.
Participación de los
usuarios en el pago de
la inversión de
utilización según el
interés legal del dinero



También en este caso se fijaron reglamentariamente las características de ésta, siendo iguales a las que describieron para el canon de regulación, salvo la relativa al plazo de amortización, que se reduce a 25 años.

- De lo anterior se infiere que, al contrario de lo que sucede en el canon de ocupación, no se reconoce o no se contempla el valor económico del bien utilizado (el agua), que sigue teniendo por tanto la consideración de gratuito.
- La distribución del dicho importe del canon entre los beneficiados se realizará con criterios de racionalización del uso del agua, equidad y autofinanciación. Las precisiones reglamentarias realizadas para el canon de regulación sirven también aquí.

Como en el caso anterior, la modificación reglamentaria tiene importantes consecuencias, que se ilustran en la figura 309. En ella se ofrece el resultado de aplicar los conceptos anteriores, mostrando la evolución de la amortización y la tarifa de utilización con y sin el descuento de 6 puntos introducido en el Reglamento, en un supuesto de inversión 100 e interés legal del 9%.

De igual modo, la figura 310 muestra la participación de los usuarios en el pago de la inversión de la obra según el interés legal del dinero.

3.7.2.3.2. Incorporaciones recientes

La Ley 13/1996, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social previó en su art. 173 la posibilidad del contrato de concesión de construcción y explotación de obras hidráulicas, para obras e infraestructuras vinculadas a la regulación de

los recursos hidráulicos, su conducción, potabilización y desalinización, y al saneamiento y depuración de aguas residuales, teniendo el concesionario el derecho a percibir una tarifa como contraprestación.

El régimen económico-financiero previsto para el contrato, pendiente aún de ser desarrollado reglamentariamente, otorga a la Administración competente las siguientes atribuciones:

- Fijar las tarifas. Estas incluirán los gastos de funcionamiento, conservación y administración, la recuperación de la inversión y el coste del capital.
- Velar por el equilibrio financiero de la concesión.

Lo destacable de esta nueva figura es que, sin afectar al vigente régimen de utilización de los recursos hídricos, abre nuevas vías para la participación de la iniciativa privada en la oferta de infraestructuras hidráulicas. Esto es importante en la medida que posibilita la incorporación de capital privado al esfuerzo inversor y permite adelantar la ejecución de aquellas actuaciones cuya demanda no podía ser atendida por el sector público. Por otro lado, y acaso aún más importante, la cofinanciación por particulares induce a confiar en una mayor racionalidad económica de las iniciativas emprendidas.

3.7.2.3.3. Otros aspectos relevantes

Además de la regulación básica establecida en el régimen económico-financiero de la Ley de Aguas, hay otros preceptos de esta Ley que tienen importantes efectos económicos sobre la ordenación de los recursos hídricos. Así, deben destacarse algunos relativos al

régimen concesional en tanto que, junto a los supuestos de disposición legal, definen los derechos al uso privativo de los mismos e influyen directamente en su asignación. Cabe señalar, entre otros, los siguientes:

- Existen cánones basados en las concesiones, que no son ninguno de los previstos en las cuatro figuras del régimen general antes descrito. Es el caso de los cánones de producción hidroeléctrica, impuestos en la propia concesión.
- Las concesiones se otorgan en función del interés público, conforme a las previsiones de los Planes Hidrológicos, debiéndose observar el orden de preferencia que ellos definan o, en su defecto, el que determina la Ley. En todo caso debe respetarse la prioridad del abastecimiento a poblaciones. Sin embargo, en las situaciones de incompatibilidad de usos, para la toma de la decisión, sólo se contempla la posibilidad de evaluar la mayor o menor utilidad pública o general entre los situados dentro de una misma clase. Cualquier concesión está sujeta a expropiación forzosa en favor de otro uso que le preceda.
- Se entiende que es sin perjuicio a terceros, lo que en sentido estricto es teóricamente imposible dado que siempre hay alguna afección ambiental de mayor o menor entidad.
- Se fijan las características de la concesión: finalidad, ubicación, volumen anual concedido, generalmente en términos de caudal (en riegos también la superficie y la dotación; en hidroelectricidad las características técnicas de los grupos y el salto) y plazo, que deberá ser no superior a 75 años (en el caso de producción hidroeléctrica depende de la vida útil del equipo de generación). Estos plazos tan dilatados hipotecan la gestión de los recursos hídricos por un largo período.
- En las concesiones de agua para riego, en régimen de servicio público, la Administración aprobará los valores máximos y mínimos de las tarifas de riego a aplicar.
- El agua concedida queda adscrita a los usos indicados en el título concesional, sin que pueda ser aplicada a otros distintos, ni a terrenos diferentes si se trata de riegos. Salvo autorización administrativa, no se permiten modificaciones para adaptarse a posibles cambios en las condiciones que indujeron a solicitar la concesión.
- Las concesiones pueden ser revisadas por la Administración cuando se hayan modificado los supuestos determinantes de su otorgamiento y cuando así lo exijan los Planes Hidrológicos; en este último caso hay obligación de indemnizar. A pesar de la fuerza e importancia que tiene esta posi-

bilidad en el plano económico, por el momento no ha sido aún utilizada.

Hay también un aspecto en el procedimiento ordinario de otorgamiento de concesiones que sobrepasa el ámbito puramente procedimental y que por sus implicaciones económicas merecería ser destacado. Es el relativo a la tramitación en competencia: en igualdad de condiciones se da preferencia a aquellos usos que supongan una utilización más racional del agua y una mejor protección del entorno. Este precepto confía, si bien muy restringidamente, en las ventajas de la competencia para la asignación del recurso.

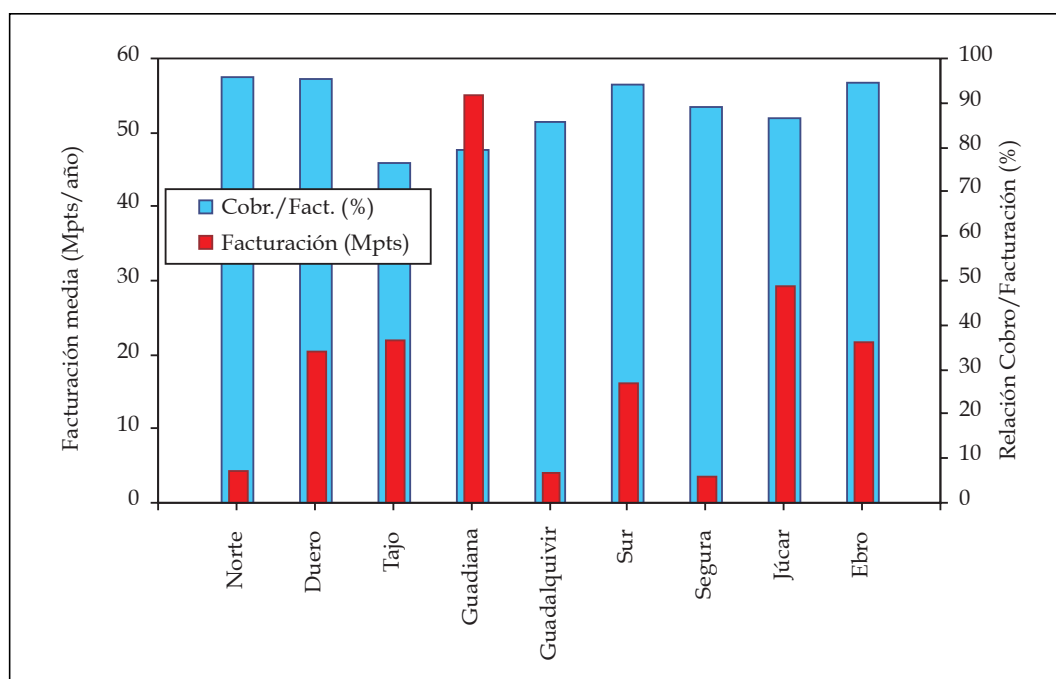
Por último, se señala la filosofía que parece subyacer en el Capítulo relativo a los auxilios del Estado, en el que se prevén ayudas para quienes implanten instrumentos dirigidos a conseguir un menor consumo de agua o una menor carga contaminante. En efecto, aunque la Ley no ampara el abuso del derecho o el mal uso del agua, y parezca obvio que el uso racional del recurso deba ser un objetivo permanente de cualquier usuario, tal idea no se deduce explícitamente de este precepto. Posiblemente, la necesidad de una disposición de este tipo viene motivada por el vacío que, en este tema, deja sin cubrir el vigente régimen económico-financiero.

3.7.2.4. Resultados de la aplicación del régimen vigente

Una vez descritos en la sección anterior los rasgos básicos del actual régimen económico-financiero, se procede ahora a exponer los resultados obtenidos en la aplicación práctica de este régimen, desde la entrada en vigor de la Ley de Aguas.

Para ello se pasará revista a los datos de facturaciones de las distintas exacciones, y su contraste con los cobros realmente percibidos. Hay que indicar que ya la propia organización de la gestión del cobro es distinta en las diferentes cuencas, pues es frecuente que estas exacciones se facturen en forma particularizada a los distintos usuarios individuales, y no a las Comunidades de Regantes, como sería correcto y deseable. También hay que apuntar que algunos retrasos en la aplicación del nuevo régimen, junto con las distorsiones introducidas por las moratorias debidas a las sequías, contenciosos singulares, etc. hacen que las cifras ofrecidas deban contemplarse con alguna reserva respecto a su representatividad en situación ordinaria. Asimismo, los valores medios pueden ocultar importantes diferencias interanuales. Pese a todo ello, esta hipotética situación representativa no se diferenciaría sensiblemente de las magnitudes que se ofrecen.

Figura 311. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de utilización del dominio público



3.7.2.4.1. Canon de utilización de bienes de dominio público (art. 104)

La figura 311 muestra la distribución por Confederaciones Hidrográficas de las cantidades medias facturadas (Mpta) y la relación cobro/facturación (%) por este concepto económico, en valores medios del periodo 1986-1997.

Asimismo, la figura 312 muestra la evolución temporal de estas magnitudes agregadas para el total de Confederaciones.

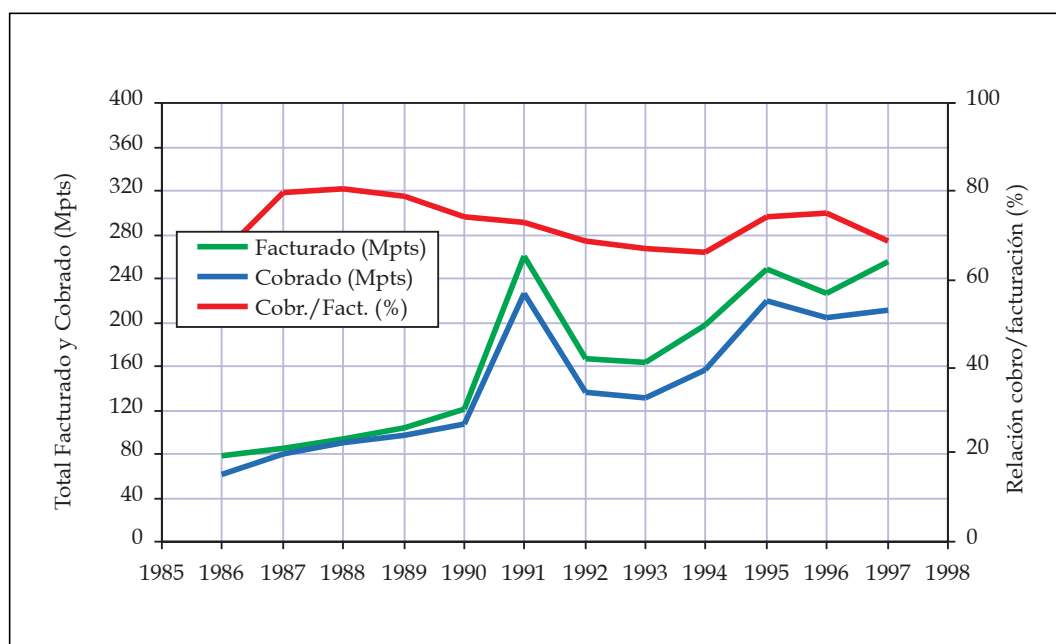
Como puede verse, aunque se observa una tendencia globalmente creciente a lo largo del tiempo, la cuantía

total de este canon es extremadamente reducida (del orden de unos 250 Mpts/año), lo que contrasta fuertemente con la intensa ocupación y utilización de los cauces, lechos, etc. que debe gravar.

Su porcentaje de cobro es en general elevado, situándose entre el 80 y el 90% en los últimos años.

El muy escaso valor del 4% de la base imponible (valor del bien), junto con la exclusión de los concesionarios, hace que este canon sea en la práctica inoperante para servir a su objetivo, que es el de la protección y mejora del dominio público afectado.

Figura 312. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de utilización del dominio público



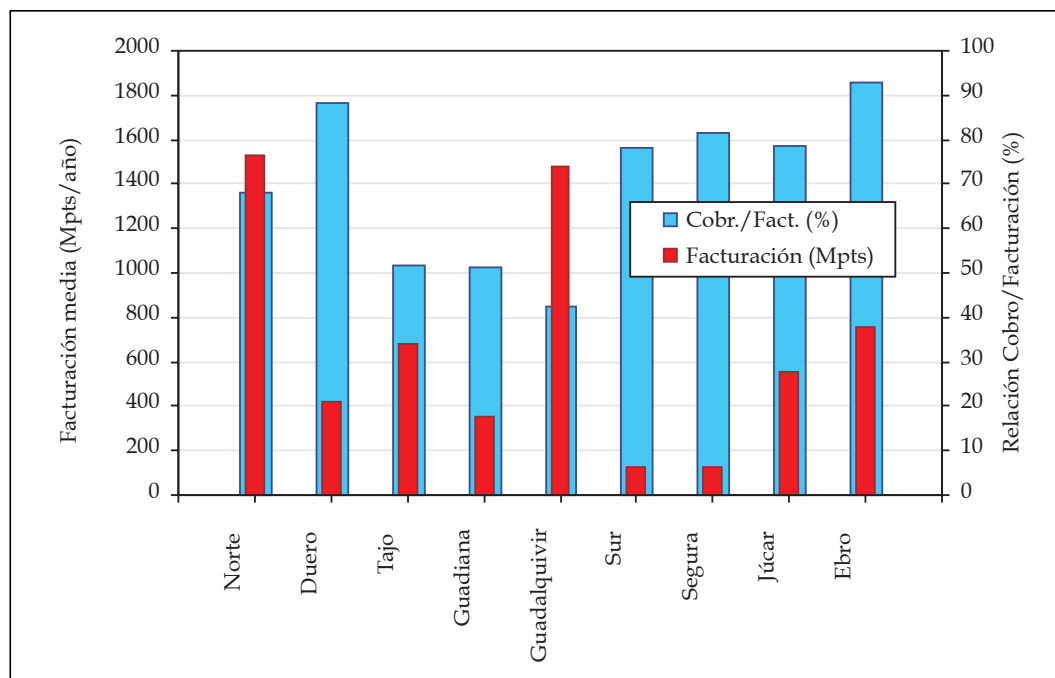


Figura 313. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de vertido

3.7.2.4.2. Canon de vertido (art. 105)

Como en el caso anterior, la figura 313 muestra la distribución por Confederaciones Hidrográficas de las cantidades medias facturadas (Mpta) y la relación cobro/facturación (%) por este concepto económico, en valores medios del periodo 1986-1997.

Asimismo, la figura 314 muestra la evolución temporal de estas magnitudes agregadas para el total de Confederaciones.

Como se observa, esta exacción no se aplicó hasta el año 1988, cuando entró plenamente en vigor el desarrollo reglamentario específico.

Puede verse que, salvo una situación de crecimiento en el periodo 1988-1991, desde aquella fecha hasta hoy tanto la facturación como el cobro parecen haberse estabilizado en cifras totales del orden de los 6000-7000 Mpta y 4000-5000 Mpta respectivamente. La morosidad es, pues, muy relevante (del orden del 30-40%).

El sujeto pasivo de este canon es, en numerosas ocasiones, la Administración Local, lo que ocasiona que gran parte del mismo se abone por la vía -muy lenta- de compensación a través del Ministerio de Economía y Hacienda

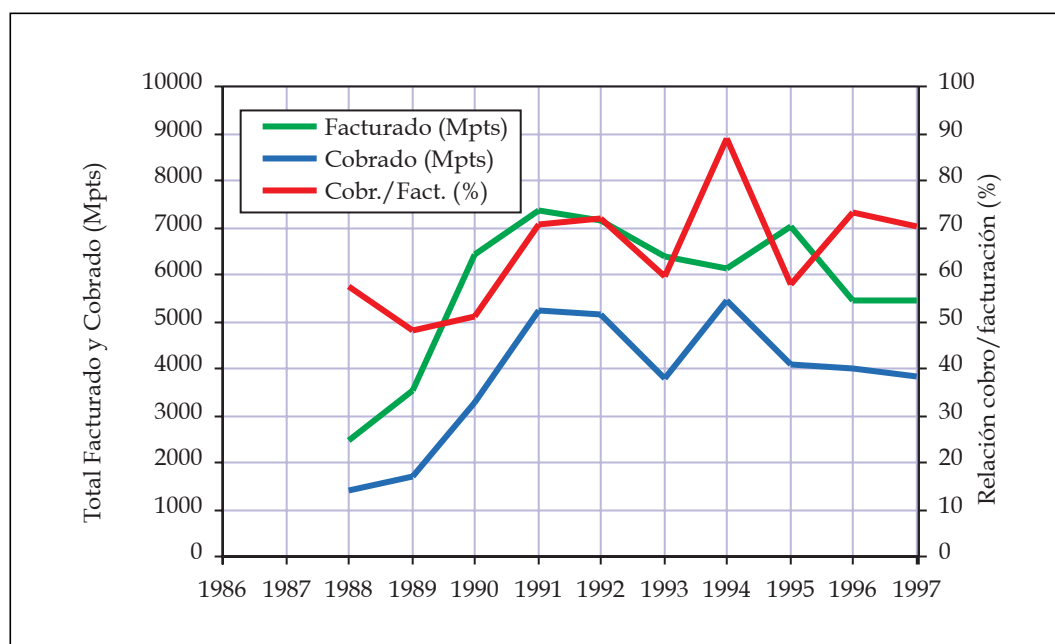
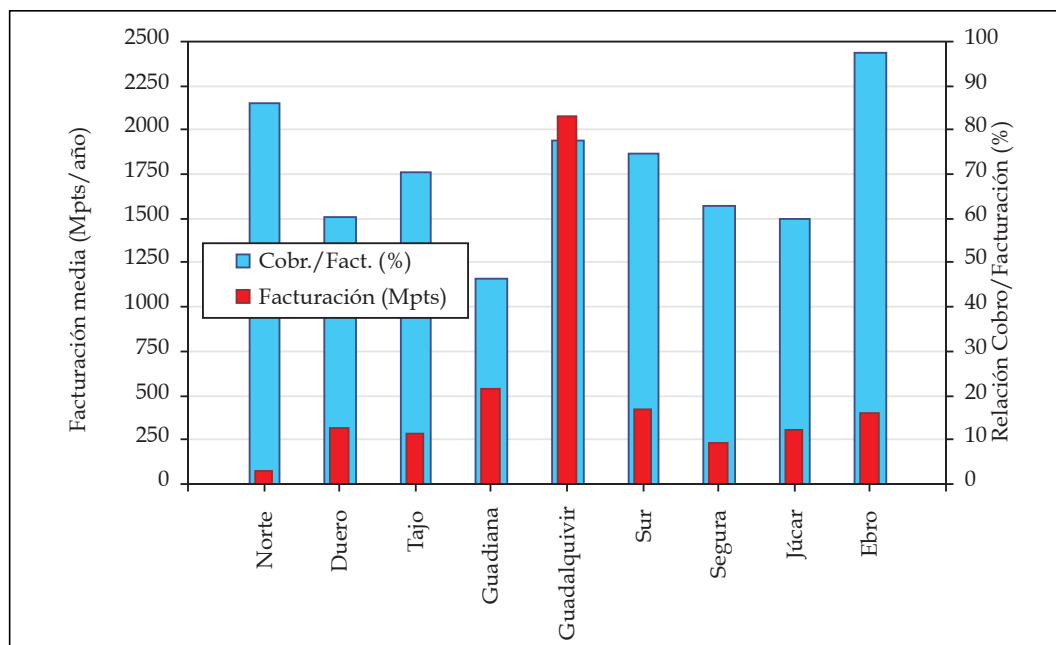


Figura 314. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de vertido

Figura 315. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de regulación



3.7.2.4.3. Canon de regulación (art. 106.1)

Como en los casos anteriores, la figura 315 muestra la distribución por Confederaciones Hidrográficas de las cantidades medias facturadas (Mpta) y la relación cobro/facturación (%) por este concepto económico, en valores medios del periodo 1986-1997

Asimismo, la figura 316 muestra la evolución temporal de estas magnitudes agregadas para el total de Confederaciones.

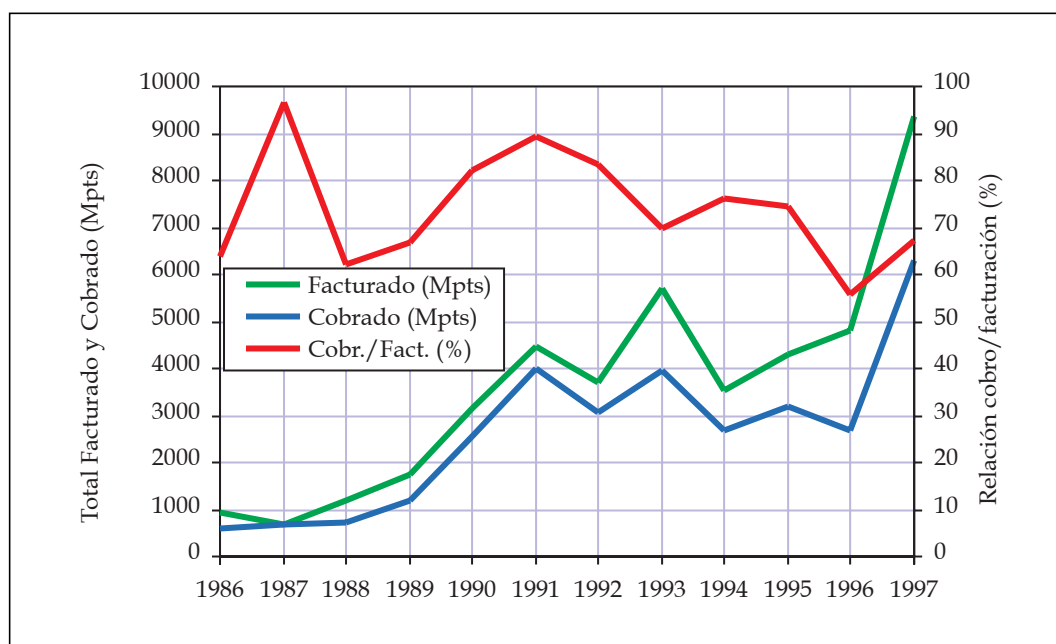
Como se observa, y dejando a salvo moratorias y contenciosos, hay un cierto crecimiento inicial en el periodo 1986-1991, al que sigue una cierta estabilización hasta el 1996, y un muy fuerte incremento tanto

en facturación como en cobro en el año 1997, debido con gran probabilidad a la recuperación tras la fuerte sequía de años anteriores. La recaudación se ha mantenido en niveles del 60-90%, acaso con tendencia global decreciente desde el 91, probablemente por la misma razón de escasez de suministro.

3.7.2.4.4. Tarifa de utilización del agua (art. 106.2)

Como en casos anteriores, la figura 317 muestra la distribución por Confederaciones Hidrográficas de las cantidades medias facturadas (Mpta) y la relación cobro/facturación (%) por este concepto económico, en valores medios del periodo 1986-1997.

Figura 316. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de regulación



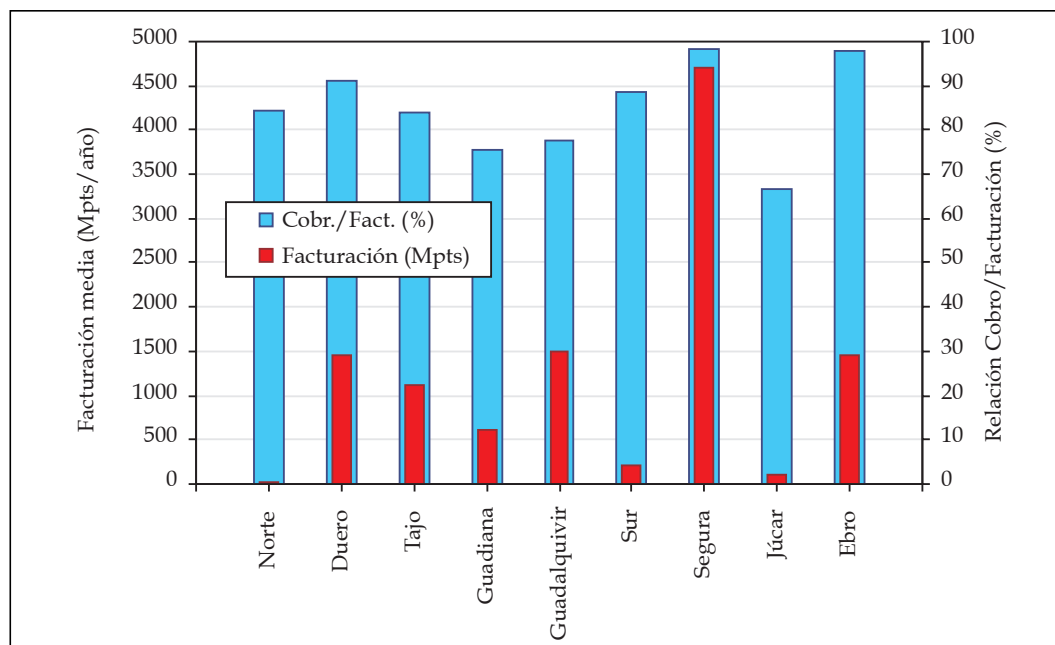


Figura 317. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado de la tarifa de utilización del agua

Asimismo, la siguiente figura muestra la evolución temporal de estas magnitudes agregadas para el total de Confederaciones (fig. 318).

Como se ve, es el Segura la cuenca con mayores niveles de recaudación, de un orden de magnitud comparable a la suma de todos los demás (un 40% del total). La razón de esta singularidad es la tarifa del trasvase Tajo-Segura, que aunque regida por un régimen propio, no correspondiente a lo regulado en el art.106.2 LA, podría ser asimilada a ese concepto. El cobro de esta tarifa es del 100% de su facturación, y, dada su gran importancia relativa, se ha representado también en el gráfico a efectos ilustrativos.

Sin perjuicio de esta singularidad, parece darse un patrón global similar al anterior, con situación de crecimiento hasta el año 1991, estancamiento desde entonces, y fuerte crecimiento en el 96 y 97, sin duda debido a la superación de la sequía. Puede verse también que el porcentaje global de cobro es muy elevado, superando por lo general el 90%. Si se detrae la tarifa del trasvase, este porcentaje decrece hasta un 80%.

3.7.2.4.5. Síntesis de resultados

Agregando los resultados anteriores con objeto de tener una visión global, la figura 319 muestra la evolución desde 1986 -en que entra en vigor la Ley de

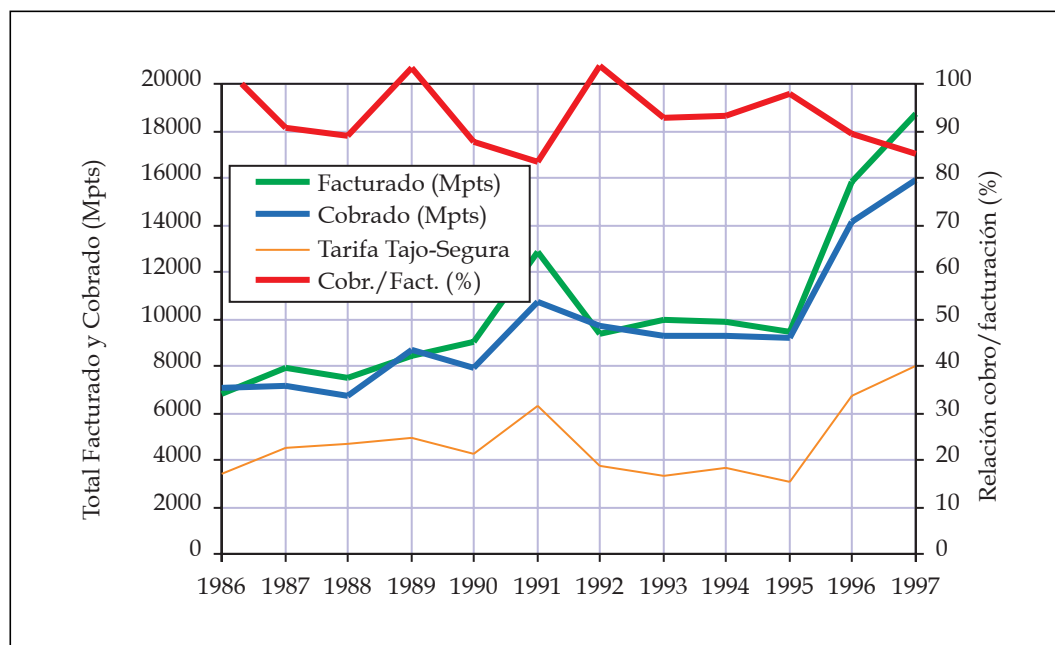
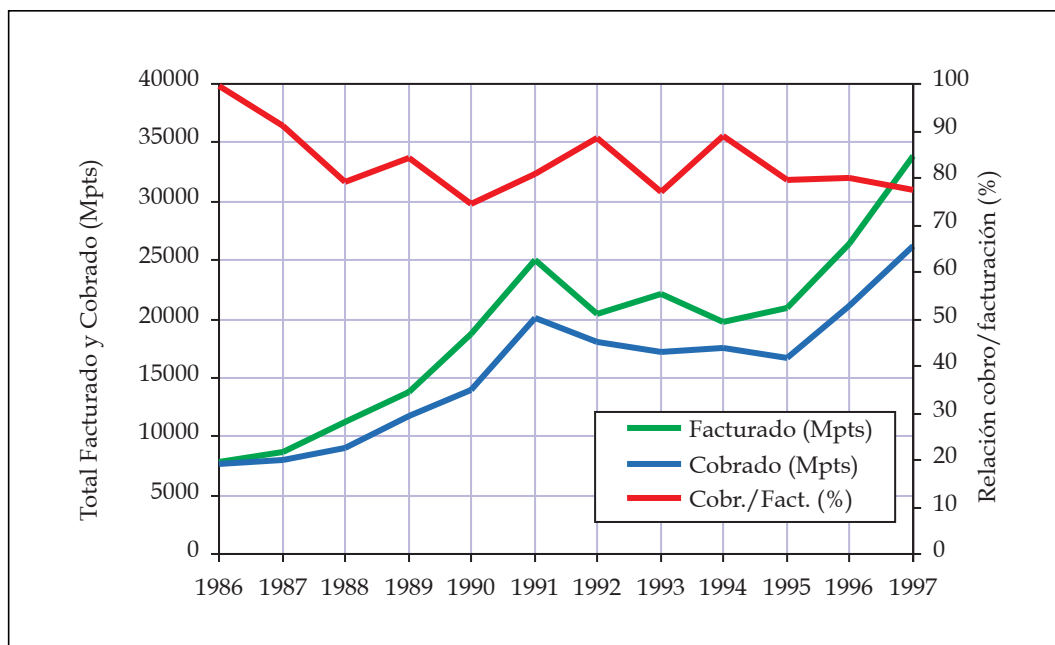


Figura 318. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado de la tarifa de utilización del agua

Figura 319. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado por todas las Confederaciones y todos los conceptos del vigente régimen económico-financiero



Aguas- de lo facturado y cobrado por todas las Confederaciones y todos los conceptos del régimen económico-financiero vigente.

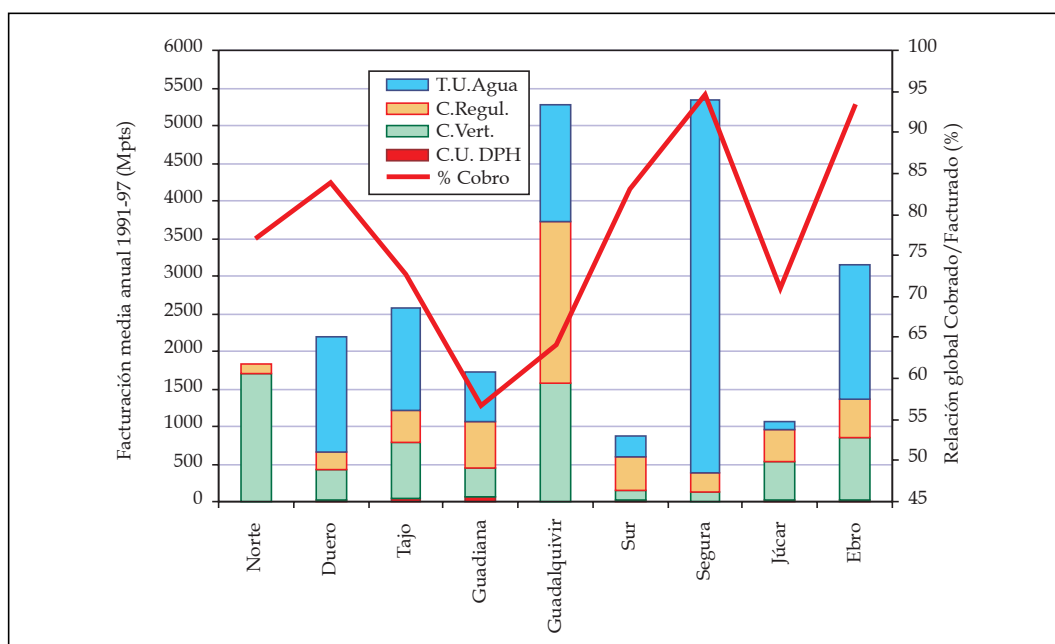
Como se aprecia, cabría identificar tres periodos diferenciados. El primero, hasta el año 1991, en que se va desarrollando y aplicando progresivamente el nuevo régimen, con aumentos moderados de año en año. El segundo, desde el 91 hasta el 95 (coincidente con una intensa sequía), de estancamiento o ligero retroceso de la situación. Finalmente el tercero, desde el 95 hasta el 97 (caracterizado por una sensible recuperación hidrológica tras la sequía), con un fuerte incremento de la facturación y el cobro (sobre todo, y como era de esperar, debido al canon de regulación y la tarifa de

utilización del agua). Por su parte, el nivel medio global de cobro se mantiene en torno al 80-90% en todo momento, si bien con heterogeneidades por territorios y por conceptos impositivos.

No considerando los años de transición y puesta en marcha iniciales, y adoptando como periodo indicativo de referencia los siete últimos años de la serie (1991-97), la situación media anual por cuencas es la mostrada en el gráfico de la figura 320.

La suma de todas las cantidades facturadas anualmente por las Confederaciones asciende - en el periodo de referencia - a unos 24.000 Mpta, de los que se cobran unos 20.000 (30.000 y 25.000 respectivamente si se

Figura 320. Valores medios por Confederaciones de la facturación por los distintos conceptos y la relación global cobrado/facturado



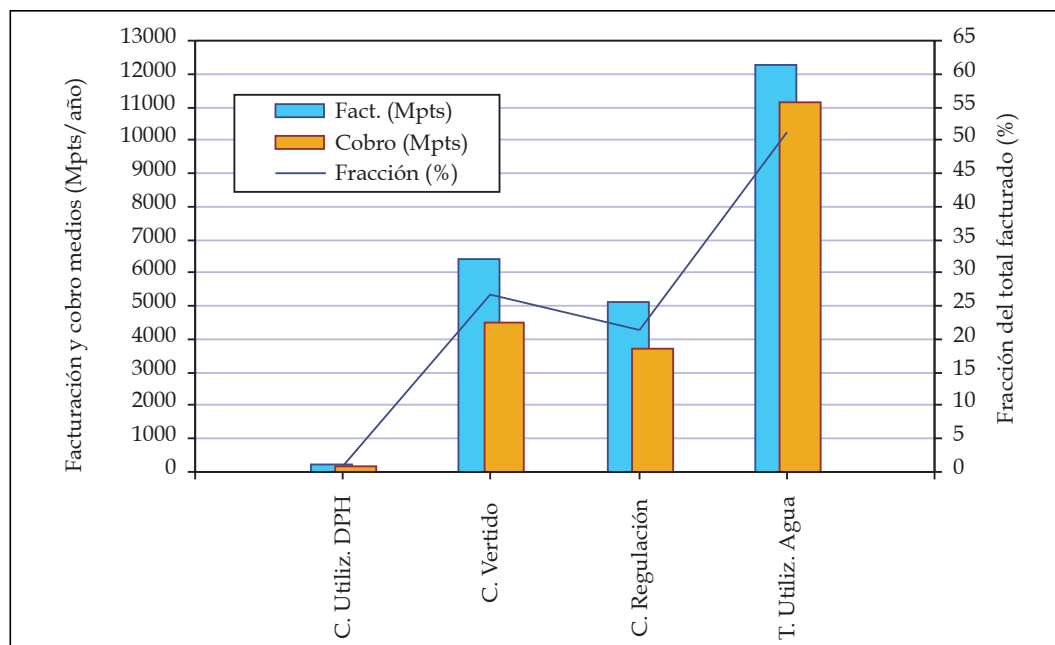


Figura 321. Valores medios globales de la facturación y el cobro según los distintos conceptos

toman los dos últimos años). Esta cifra viene a ser una fracción muy reducida de los Presupuestos del Estado anuales dedicados a aguas, y apenas podría cubrir ni siquiera los gastos de personal de la Administración hidráulica del Estado. Si se supone recuperación total de la sequía, con suministros ordinarios, y mejora del cobro, todo apunta a que las recaudaciones globales futuras no irían más allá de los 35 ó 40.000 Mpta/año, salvo modificaciones de calado en cuanto al número de sujetos sometidos a las exacciones o a la cuantía de las mismas.

La figura 321 presenta estas cifras del periodo de referencia desglosadas por figuras recaudatorias, lo que permite apreciar la importancia relativa de los distintos conceptos.

Como se observa, el canon de utilización de bienes del dominio público hidráulico es absolutamente despreciable (unos 220 Mpta/año facturados, lo no llega ni al 1% del total) frente a los otros. El canon de vertido (que factura unos 6.500 Mpta/año y recauda 4.500) presenta el mayor nivel de morosidad (el 30%), lo que, unido a otras graves disfunciones que se indicarán en el próximo epígrafe, aconseja su total reconsideración.

Sorprende asimismo que el enorme esfuerzo realizado por el Estado en materia de regulación hidráulica solo genere una facturación de 5.000 Mpta/año y un cobro de 3.700, cifras absolutamente despreciables (del orden del 0,2% de su valor de reposición, tal y como veremos al valorar el patrimonio hidráulico) frente a los costes reales de estas infraestructuras y los enormes beneficios generados por su uso.

La importancia de la tarifa de utilización del agua es manifiesta, pues su facturación supera la suma de la

de los tres cánones restantes (unos 12.300 Mpta/año que suponen, tal y como se verá, del orden del 0,5% del valor de reposición de los canales). Si se recuerda que, como se dijo, aproximadamente un 40% de esta tarifa corresponde al trasvase Tajo-Segura, puede concluirse que este sistema -que moviliza menos del 3% del agua consumida en España- genera aproximadamente la quinta parte de la suma de todos los ingresos económicos que se producen en todas las Confederaciones por todos los conceptos vigentes. Tal desequilibrio no resulta en modo alguno razonable, y exige, como veremos, una profunda y radical reconsideración del problema.

3.7.2.5. Experiencias obtenidas y problemas planteados

Los problemas que inciden y se derivan de la situación que se acaba de describir son de muy diversa índole, algunos de los cuales provienen de ámbitos ajenos al estrictamente hidráulico.

En primer lugar, y yendo al origen histórico y conceptual del problema, debe señalarse que no se ha efectuado una completa previsión de las implicaciones que, sobre los recursos hídricos, cabía esperar de las distintas políticas practicadas en los sectores más demandantes de agua, en especial, de la política de auxilios hacia la agricultura. En efecto, las numerosas subvenciones y ayudas que, históricamente (y aún en la actualidad) han sido canalizadas hacia el regadío por parte de las Administraciones públicas han inducido unas demandas de agua que, a nivel nacional, han alcanzado niveles ciertamente elevados, y a unos precios en general alejados de los costes reales. Esta

situación no es, por cierto, exclusiva de nuestro país, sino que responde a una concepción histórica muy generalizada internacionalmente del papel de los recursos hídricos como incentivos del desarrollo, y cuya disponibilidad debía facilitarse a costes mínimos por los poderes públicos. Este asumido sentido proteccionista y de subsidios es en buena medida el origen, siquiera psicológico, de la situación actual.

Si bien tales ayudas y subvenciones estuvieron con frecuencia completamente justificadas en el pasado, en base a las necesidades de autoabastecimiento y superación de situaciones de hambruna, la situación actual es bien distinta, y requiere un replanteamiento de tales supuestos inspiradores a la luz de los nuevos condicionantes económicos y medioambientales, que, en principio y sin perjuicio de las necesarias excepciones, no justifican un régimen de subvenciones generalizadas como el del pasado. Nos referiremos extensamente a estas cuestiones en el próximo capítulo, al estudiar los fundamentos de la política hidráulica.

En segundo lugar, y ya en relación con la regulación del régimen económico-financiero establecida por la Ley de Aguas y sus desarrollos reglamentarios, cabe apuntar los siguientes aspectos.

- No es un régimen de aplicación general a todos los usuarios del agua, sino solo a aquéllos que se benefician de determinadas obras o son titulares de vertidos autorizados.
- Como se vio, la eficacia recaudatoria de las exacciones es irregular, lo que cabe atribuirse no sólo al propio diseño conceptual del régimen económico-financiero y la desviación reglamentaria, sino también a la baja efectividad del sistema de cobro de las exacciones y los considerables retrasos con que frecuentemente se produce.

Esta circunstancia impide, en primer lugar, la recuperación de los recursos financieros necesarios para una adecuada vigilancia, control, administración, mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas y protección del dominio público hidráulico y del entorno ambiental asociado. En segundo lugar, muestra la escasa internalización de los costes generados en el proceso por parte de los usuarios.

- La relevancia de este hecho no radica únicamente en el plano de la generación de ingresos, sino, especialmente, en el de sus efectos económicos sobre la demanda. En efecto, ninguna de las exacciones contempladas permite una gestión eficaz de la demanda, es decir, no induce a los usuarios a un comporta-

miento racional desde el punto de vista de la economía de unos recursos hídricos escasos.

- La complejidad (y a menudo casi imposibilidad técnica) del cálculo preciso de las cuantías de las exacciones, en la forma en que están planteadas, dificulta enormemente su aplicación y es fuente de numerosos contenciosos.
- En particular, en el canon de ocupación, que es el único que tiene en cuenta el valor real del bien utilizado, están excluidos los concesionarios de aprovechamientos, lo que hace que en la práctica tenga, como vimos, un efecto insignificante, puesto que no afecta a ninguno de los usos mayoritarios (regadío e hidroelectricidad).

Su aplicación tomando como base el valor del bien ocupado (terrenos) da lugar a cuantías completamente despreciables. Una posible modificación podría orientarse no al valor del bien, sino al beneficio de su utilización.

- El canon de vertido, a pesar de estar basado en el principio básico de *quien contamina paga*, está mostrándose en la práctica completamente ineficaz para asegurar la adecuada calidad del agua de los ríos. Concebido como pieza fundamental del sistema económico-financiero para proteger la calidad del agua, ha sido objeto de una verdadera desnaturalización como consecuencia del desarrollo de los convenios suscritos con las Comunidades Autónomas.

Como ejemplo, y tomando como referencia la Confederación Hidrográfica del Norte, donde esta exacción tiene -como se vio- una importancia esencial, el valor inicialmente recaudado era del orden de 5 pts/m³ de aguas residuales. Considerando que los costes reales totales de inversión y explotación de las depuradoras son del orden de unas 100 pts/m³ (70 de inversión y 30 de explotación), se deduce que la recaudación apenas cubría 1/6 de los costes de explotación, ó 1/20 de los costes totales. Si a esto se suma que el 85% de la recaudación va a las Comunidades Autónomas, lo que finalmente queda para la Confederación, con destino a la protección y mejora de la calidad de las aguas, es del orden de 0.75 pts/m³, con lo que no ya es inabordable cualquier depuración, sino que ni siquiera se cubre el coste básico de un programa ambicioso de análisis y control de la calidad del agua.

Por otra parte, los cánones de saneamiento puestos en práctica por distintas Comunidades Autónomas están basados en una filosofía y criterios similares a los del canon de vertido (fórmulas polinómicas con

la DBO, sólidos en suspensión...), lo que ha pervertido el sistema y generado una situación jurídicamente insostenible (superposición de cobros, dependencias de los convenios suscritos, etc.). La falta de desarrollo en los Planes Hidrológicos de las determinaciones asociadas al canon de vertido da asimismo una idea de la complejidad del problema.

El hecho de que gran parte de los vertidos carezca de autorización agrava aún más, si cabe, esta indeseable situación.

Una posible salida a este estado de cosas sería la de reconsiderar los conceptos vigentes de forma que el canon de vertido se transforme en una tasa para la vigilancia y control del dominio público hidráulico, y no para la financiación de las obras. Esta financiación puede llevarse a cabo por las Comunidades Autónomas, que ya están en la práctica cobrando por este concepto, y ello sin perjuicio del necesario impulso y desarrollo de la planificación hidrológica en los aspectos de vertidos y calidad de las aguas, como instrumento de racionalización de las distintas actuaciones territoriales en las cuencas.

Si el fundamental servicio público de la vigilancia y control de la calidad de las aguas se entiende que ha de ser prestado por el Estado, no sería necesario establecer esta tasa, pero, en todo caso, y sea cual sea la solución que se arbitre, es preciso un urgente y radical replanteamiento de este canon.

- El canon de regulación y la tarifa de utilización, como ya se ha dicho, tienen por objetivo compensar al Estado por los recursos financieros aportados para la ejecución de las obras hidráulicas que gravan; pero no toman en consideración el valor económico que el agua tiene, aún sin dichas obras. Por tanto, no afecta a la mayor parte de los aprovechamientos de aguas subterráneas, ni a aquéllos que utilizan infraestructuras propias (la mayoría de los hidroeléctricos y muchos abastecimientos a poblaciones), ni a los regadíos tradicionales o anteriores a las obras de regulación existentes. Estimativamente, solo el 50% del regadío, el 25% del uso urbano e industrial, y el 5% del uso hidroeléctrico están sometidos a canon de regulación y tarifa de utilización (MOPT, 1993b).

En estas exacciones no está clara a menudo la distinción entre gastos de funcionamiento y explotación e inversión, lo que sería sumamente importante, dada la muy diferente repercusión que tienen unos y otros en el cómputo de la cuota anual. Tampoco es inmediata la desagregación o singularización de los gastos de administración imputables a infraestructuras concretas.

Cabe interpretar que el legislador, en una coyuntura de elevados tipos de interés nominal, tuvo la pretensión de no cobrar el interés real (cifrado éste en el 6%) y repercutir sólo la inflación. La paradoja surge cuando los tipos nominales están próximos a esa cifra, o son inferiores, como sucede en estos momentos.

Además, este descuento de 6 puntos porcentuales que el Reglamento establece sobre el interés legal del dinero para la actualización de la cuota supone que el coste repercutido, en el canon de regulación, se sitúe únicamente en torno al 30%-35%, y en la tarifa de utilización muchísimo menos, para las tasas de inflación usualmente registradas en el pasado reciente.

Finalmente, la distribución individual de estos costes entre los distintos usuarios, conforme a las disposiciones reglamentarias sobre la materia, viene acompañada de importantes subvenciones cruzadas. Efectuar dicha distribución entre los distintos beneficiarios en función del teórico beneficio que extraiga cada uno es un criterio que puede generar ineficiencias, al favorecer el mantenimiento de los usos menos productivos. Además, no existe un criterio nítido y común para la asignación de costes en las actuaciones de propósito múltiple, pudiéndose apreciar una gran disparidad en la forma de abordar esta cuestión en los cánones y tarifas elaborados por las Confederaciones. Conceptos clásicos como el de costes separables-beneficios remanentes no han sido debidamente considerados en nuestro ordenamiento ni en nuestra praxis administrativa, y las reglas habituales de proporcionalidad – arbitrarias en buena medida, y reinterpretadas en cada caso – pueden generar desigualdad entre los usuarios según el ámbito territorial en que se encuentre el aprovechamiento.

Otro aspecto muy importante, en el caso del regadío, es que la unidad de cobro para la tarifa de utilización del agua es la superficie cultivable, en lugar del volumen de agua efectivamente consumido. Ello hace que, para el regante, el coste del agua sea un coste casi fijo que no puede disminuir aunque restrinja sus consumos, lo que no incentiva la economía de empleo del agua.

- Finalmente, y de forma genérica, un importante problema para el correcto funcionamiento del régimen económico-financiero y la eficacia de la gestión económica, es la correcta y nítida identificación de los beneficiarios de derechos al uso del agua. Cualquier reforma del régimen económico que se plantee en el futuro requerirá de mejoras significativas a este respecto, lo que nos remite de nuevo al fundamental problema de los Registros administrati-

vos de aguas, ampliamente tratado en otros epígrafes de este libro.

En definitiva, nos encontramos ante un sistema económico-financiero concebido por el legislador de 1985, heredero en buena medida de conceptos y disposiciones anteriores, cuya aplicación práctica presenta luces y sombras, pero que, como rasgo señalado (diferentes cuantías sectoriales y territoriales, anomalía del trasvase, etc.), ha resultado ser una aplicación *desigual*. Sin perjuicio de que el marco normativo de actuación sea el mismo para todo el territorio, las diferentes condiciones locales, los diversos hábitos de gestión de la Administración hidráulica, las distintas rentabilidades de los usos agrarios, el mayor o menor nivel asociativo y de autoorganización de los usuarios, las distintas disposiciones de las Comunidades Autónomas, las presiones políticas e intereses locales de los Ayuntamientos... han dado lugar a que, en la práctica, el carácter unitario y globalizador de la legislación estatal haya quedado muy diluido en su aplicación concreta, dando lugar a una situación que, debe decirse sin reserva alguna, presenta obvias deficiencias, y se ha alejado sensiblemente de lo que el legislador previó.

No obstante, la justificada crítica -con frecuencia y desde distintos ámbitos expresada- sobre las carencias y debilidades de nuestro sistema administrativo en la consideración económica de los recursos hídricos, no ha de conducir necesariamente, como si fuese una consecuencia inevitable, a la necesidad de profundas reformas legislativas.

En efecto, sin perjuicio de que puedan abordarse tales reformas estructurales en el futuro, una más eficiente aplicación de la regulación vigente, con posibles mejoras puntuales en aquellos aspectos que se estime oportuno (como acaso la comentada para el canon de vertido, o algún criterio de asignación de costes), contribuiría sustantivamente a la mejora de esta situación, e introduciría, sin duda, una mayor racionalidad en el uso y administración del recurso.

Así, y como ejemplo, conceptos económicos como el de *recuperación íntegra de costes*, propuesto en la Directiva Marco de aguas, podrían insertarse con toda naturalidad en nuestro ordenamiento vigente sin más que una consideración explícita en la fórmula de contribución al coste de las obras prevista en el apartado c) de los cánones y tarifas de las obras hidráulicas, y su adecuado desarrollo reglamentario.

Como es obvio, tal política económica -en principio deseable a largo plazo- habría de aplicarse, en su caso, de forma gradual y progresiva, evitando impactos

socioeconómicos que pueden ser muy desfavorables para nuestras economías agrarias.

3.7.3. La regulación económica de los trasvases

Una vez estudiado el vigente régimen general económico-financiero de la Ley de Aguas, es interesante pasar revista, someramente, a las diferentes normativas específicas existentes en nuestro país con respecto al régimen económico-financiero de las transferencias intercuenas. Para ello, y siguiendo la sistemática exposición de Embid Irujo (1996), nos referiremos al trasvase Tajo-Segura, al abastecimiento al campo de Tarragona o minitransvase del Ebro, al de Mallorca, al Guadiaro-Guadalete, y al Tajo-Guadiana. Otras transferencias existentes (del Ebro a Bilbao o Torrelavega, o del Tajo a las Tablas de Daimiel, en el Guadiana) carecen de régimen específico propio.

Como se verá, estos regímenes económicos presentan actualmente una gran diversidad, con la consecuencia práctica de posibles inseguridades jurídicas, distinto tratamiento - y, por tanto, consideración no equitativa - a los beneficiarios de las transferencias, y falta del necesario criterio único a la hora de evaluar económicamente posibles actuaciones futuras. Estamos pues ante una muy importante - y no resuelta - cuestión normativa, cuya consideración (conforme al art.43 L.A.) corresponde al Plan Hidrológico Nacional. La Ley del Plan podría, como veremos, subsumir todas las figuras existentes y, derogando su regulación específica, promulgar un régimen general, único, para todas las transferencias actualmente existentes y las que, en su caso, se dispongan en el próximo futuro.

3.7.3.1. Principios inspiradores y modalidades

Desde que, tras su concepción inicial por Lorenzo Pardo en 1933, se retomó en 1967 la cuestión de los trasvases intercuenas, la filosofía que informaba la política de estas actuaciones fue que las grandes obras de infraestructura que comportaban debían estar justificadas económicamente, eliminando o prescindiendo en ellas del espíritu proteccionista y subvencionador, ampliamente comentado, que había regido la política estatal en materia de regadíos desde la promulgación de la Ley de Auxilios de 7 de julio de 1911. De esta forma se aseguraba que las obras de trasvases hidrográficos eran de auténtico interés nacional, no solo por razones sociales, sino también económicas.

Este cambio de rumbo se debía fundamentalmente a que, como ya se ha indicado, la política proteccionis-

ta del Estado, aplicada desde principios de siglo y con antecedentes en el XIX, había conducido a que las tarifas de riego aplicadas hasta entonces no llegaran a representar, en el mejor de los casos, ni siquiera el 10% del coste real de las obras, situación realmente insostenible en una economía que tiende a regirse por precios de mercado, como es la que se venía aplicando en España desde la década de los sesenta, tras el fin de la autarquía. Los trasvases, como obras hidráulicas nuevas tendentes a resolver grandes problemas de desarrollo nacional, no podían continuar siendo regidos por directrices intervencionistas y proteccionistas, y esta idea se procuró establecer y asumir con claridad desde el primer momento.

Así pues, y como se verá en los próximos epígrafes, el trasvase Tajo-Segura y su regulación económica supusieron un avance extraordinariamente significativo en el proceso de reflexión y modernización del régimen económico de las obras hidráulicas, y de imputación de costes a los usuarios, por lo que le dedicaremos una atención especial en este Libro. Otros trasvases posteriores se ciñeron al régimen de la Ley de Aguas o establecieron regímenes propios, hasta llegar a la última actuación, que es el Negratín-Almanzora, con un régimen peculiar fruto de su procedimiento de ejecución mediante las nuevas fórmulas societarias puestas en marcha muy recientemente.

3.7.3.2. Trasvases con régimen económico-financiero inspirado en los principios tradicionales de la legislación de aguas

Entre los casos de transferencias que se regulan en su régimen económico-financiero por los principios tradicionales del derecho de aguas están los del Tajo-Segura, Guadiaro-Guadalete, y Tajo-Guadiana. En todos ellos, si bien con alguna peculiaridad, se dispone básicamente el principio tradicional de la asunción por los beneficiarios del coste de las obras y de sus gastos de mantenimiento y explotación.

3.7.3.2.1. El trasvase Tajo-Segura

La Ley 52/1980, que regula el régimen económico de este trasvase, llama a lo que debe pagar el usuario *tarifa de conducción de agua*, y la descompone en tres sumandos: uno primero correspondiente al *reparto del coste de las obras* entre la dotación de agua asignada (deducida de las concesiones o los compromisos), con correcciones según el uso; uno segundo para los *gastos fijos* de explotación (independientes del volumen anual trasvasado); y una tercera para los *gastos variables* (dependientes del volumen anual trasvasado).

Para el primer sumando, se prevé una actualización periódica de los valores de las inversiones, pero sin indicar la Ley la forma de esta actualización, y remitiéndose a la decisión del Consejo de Ministros. Además, y puesto que el funcionamiento actual del acueducto está limitado al 60% de su capacidad total (600 hm³/año de la llamada *primera fase*, frente a 1000 hm³/año de funcionamiento pleno), se prevé considerar este 60% de la inversión total a los efectos de amortización de las obras por los beneficiarios. Ambas características se desvían de lo previsto en la Ley de Aguas, pues el sistema de actualización de cánones y tarifas está regulado reglamentariamente (arts. 300 y 307 RDPH), sin las indeterminaciones de la remisión al Consejo de Ministros, y, asimismo, la Ley no prevé ninguna subvención o abono parcial de las obras hidráulicas que se amortizan. Una reciente sentencia ha estimado, sin embargo, la obligada amortización de las obras -siguiendo el principio general de la Ley de Aguas- ante la falta de previsión de su Ley específica.

Este sistema, concebido en los años setenta siguiendo las orientaciones de política económica nacional sobre la necesidad de imputar a los beneficiarios el coste de las obras, y terminar gradualmente con el proteccionismo del pasado, marcó, como se ha dicho, un importante hito en la política económica estatal en materia de economía de las obras hidráulicas al establecer las siguientes directrices principales para la elaboración de las tarifas de agua:

- Las obras de conducción principal, regulación y distribución, tanto en el Acueducto Tajo-Segura propiamente dicho (trasvase) como ya en la cuenca del Segura (postrasvase), no eran objeto de ninguna subvención, tal y como había sido práctica habitual en todas las obras de riego del país mediante la aplicación de la Ley de Auxilios del 7 de Julio de 1911 (se excluían de este tratamiento las redes de distribución, desagües y caminos e instalaciones complementarias propias de los sectores de las zonas regables y de los abastecimientos de agua a poblaciones). Esto se traducía en una importante elevación de tarifas que debía racionalizar, en términos económicos, la utilización de los recursos, procurando una mayor eficiencia económica en su asignación. Sin embargo, para las redes de distribución secundaria, propias de la región e independientes del trasvase, se seguían utilizando los criterios habituales. Posteriormente, con la Ley de Aguas de 1985 se instituyó la posibilidad de aplicar con carácter general la política no subvencionista, aunque se mantuvo la vigencia

de la Ley de 7 de Julio de 1.911 con objeto de que el Estado, cuando convenga a los intereses del país, pueda seguir aplicando políticas subvencionistas, pero ahora con carácter extraordinario.

- La recaudación obtenida por la parte de la tarifa de conducción de aguas correspondiente al concepto de aportación al coste de las obras se aplica, con independencia de los créditos consignados en los Presupuestos Generales del Estado, a inversiones que permitan un más rápido desarrollo de la cuenca del Tajo en materia hidráulica (lo que se llamó obras hidráulicas *de compensación*). Esta medida de reequilibrio, desde luego ausente de cualquier Ley o disposición previa, debería facilitar la posibilidad de trasvase al generar un flujo monetario en sentido contrario al de las aguas, que contribuiría a desarrollar las obras hidráulicas en la cuenca del Tajo, y elevar el nivel de renta de sus habitantes. Parecía lógico pensar que los territorios de la cuenca del Tajo tendrían interés en enviar los caudales sobrantes para obtener estos beneficios, pero en la práctica este aliciente no ha resultado tener gran eficacia, por lo que esta cuestión merece una reconsideración y una reflexión en el seno de la planificación nacional.
- La revisión de la tarifa cada dos años en función de la actualización de las inversiones, medida que supone una revalorización de activos que garantiza el poder adquisitivo del flujo monetario del Segura al Tajo, por lo que se debería mantener el interés económico de la cuenca del Tajo en el trasvase y se podría facilitar la realización de su segunda fase.

Estas condiciones económicas específicas para el trasvase Tajo-Segura pretendían unir a las dos cuencas con un espíritu de cooperación mutua. Por un lado, demostraban ante la opinión pública el valor económico del trasvase al constituir la primera obra hidráulica del país construida íntegramente sin subvenciones. Además, establecían una actualización permanente, porque las tarifas de agua no se congelaban.

De esta manera, el trasvase Tajo-Segura no sólo inició la corrección del desequilibrio hidrográfico del país, sino que, también, con sus especiales medidas económicas, supuso en cierto modo el origen de la posible y deseable corrección del desequilibrio económico que hasta entonces había imperado en el sistema tarifario de las obras hidráulicas, debido al espíritu excesivamente proteccionista del Estado. En este sentido constituyó un importante antecedente conceptual para la aplicación de los criterios económicos que posteriormente introduciría la Ley de Aguas de 1.985, sin

entrar en los resultados prácticos, como se verá más bien escasos, que este régimen de la Ley ha producido en la práctica.

Pese las innovaciones que introdujo, es preciso reconocer que la Ley del trasvase no produjo totalmente los resultados esperados desde su aplicación a partir de 1.980, por lo que deben reconsiderarse ciertos aspectos si se plantean transferencias en el futuro.

Así, y entre otros, cabe señalar que la corriente monetaria del Segura al Tajo, que, como se ha dicho, se esperaba fuese un estímulo importante para facilitar el trasvase de aguas, no ha resultado suficiente, a la vista de las fuertes limitaciones impuestas a la derivación de caudales año tras año. Quizá una de las causas sea que la asignación específica a obras hidráulicas de los recursos económicos que la aplicación de la Ley proporciona a la cuenca cedente, de acuerdo con su artículo 6º y con el Acuerdo del Consejo de Ministros de 18 de Abril de 1.986 en su apartado 4º, sea demasiado restrictiva, sobre todo si no existe en la cuenca cedente especial interés o necesidad en nuevas obras hidráulicas, en general cada vez menos asociadas, como se explica extensamente en este Libro, a la riqueza y prosperidad de las regiones.

Por otra parte, es dudoso el principio de que deba gravarse a los usuarios con obras tendentes a promover el desarrollo económico de los territorios afectados por un trasvase, en lo que pudiera resultar una cierta superposición respecto a las ineludibles obligaciones de las Administraciones públicas en estos territorios (tal y como, por ejemplo, la provisión de los servicios de abastecimiento de agua a las poblaciones). Un marco teórico conceptual más adecuado podría ser el de la compensación por el valor de existencia de los recursos hídricos, y con destino a actuaciones de carácter fundamentalmente medioambiental.

3.7.3.2.2. El trasvase Guadiaro-Guadalete

Aprobada por la Ley 17/1995, de 1 de junio, esta transferencia de recursos desde el río Guadiaro, en el ámbito territorial del Sur, hacia el río Majaceite, afluente del Guadalete, en el ámbito territorial del Guadalquivir, prevé un trasvase máximo de 110 hm³/año, con la condición de que no podrá derivarse ningún caudal mientras no circule por el río Guadiaro, en el punto de derivación, un caudal mínimo de 5 m³/seg, y solo podrá trasvasarse el caudal circulante por el río que exceda de los indicados 5 m³/seg, con el límite máximo instantáneo de 30 m³/seg.

Su régimen económico sigue fielmente lo previsto en la Ley de Aguas en lo relativo al canon de regulación y tarifa de utilización.

De esta regulación es interesante destacar que:

- La denominación que recibe la figura tributaria aplicada es la de *canon de trasvase*, y su finalidad es *completar la aportación económica del Estado y atender a los gastos de explotación y conservación correspondientes*.
- Los componentes del canon de trasvase son los tres previstos en el art. 106 LA, no habiendo distinción entre gastos fijos y variables de explotación, y existiendo una previsión específica de que la aportación que haga referencia a la compensación de inversiones -y solo esa- podrá minorarse o mayorarse en función de la utilización real del trasvase cada año.
- Se introduce una posible penalización por excesos de consumo.

3.7.3.2.3. El trasvase Tajo-Guadiana

El RDL 8/1995, de 4 de agosto, dispuso la derivación de recursos del río Tajo hacia la cuenca alta del río Guadiana, mediante toma en el acueducto Tajo-Segura.

En este caso, solo hay un par de cuestiones destacables:

- El principio de traslación completa de costes a los beneficiarios, pues se dispone que éstos *sufragarán los costes correspondientes de amortización, explotación y conservación de las mismas*.
- Una remisión reglamentaria en todo lo demás (base imponible, sujeto pasivo, etc.), absolutamente amplia e inconcreta, lo que ha conducido a que, en la práctica, no se esté cumpliendo la traslación de costes prevista.

3.7.3.3. Trasvases con régimen económico financiero especial

3.7.3.3.1. El abastecimiento al campo de Tarragona

La Ley 1/1981, de 1 de julio, sobre actuaciones en materia de aguas en Tarragona, establece un régimen económico para el trasvase de aguas del Ebro consistente en prever un canon de 5 pts/m³ que se repercutirá en la tarifa de suministro (dado que se trata exclusivamente de usos urbanos e industriales), y que se actualizará cada dos años a propuesta del MOPU.

Este canon se recauda por la Confederación del Ebro (en cuya competencia para el cobro se subroga la Generalidad de Cataluña en virtud del RD 2646/1985 de traspaso de funciones), siendo un Consorcio el que obtiene la concesión y realiza ciertas funciones en relación con la gestión del canon.

La finalidad del canon es proveer el pago del Plan de obras de mejora de infraestructura hidráulica del Delta del Ebro, y cuando concluya su amortización, se aplicará a *otras obras de infraestructura hidráulica en la cuenca que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos de la misma*, lo que claramente consiste en una compensación mediante obras hidráulicas a la cuenca cedente.

Es curioso notar que este canon será permanente (parece ciertamente un precio del agua), y que no está realmente destinado al pago de las obras del trasvase, sino a las obras del Delta del Ebro destinadas a conseguir *una mayor eficacia en la distribución del agua... recuperando las pérdidas que en la actualidad se producen en dicha zona*.

La evolución de las tarifas de este trasvase es la ya mostrada anteriormente, en el apartado de descripción de las transferencias existentes.

3.7.3.3.2. El abastecimiento a Mallorca

La Ley 34/1994, de 19 de diciembre, por la que adoptan medidas urgentes para el abastecimiento de agua a los núcleos de la bahía de Palma de Mallorca, dispuso la posibilidad de un trasvase de aguas desde el campo de Tarragona hasta Mallorca. Este trasvase está jurídica y técnicamente relacionado con el anterior, puesto que opera sobre los caudales a su vez trasvasados al campo de Tarragona.

Su tarifa de abastecimiento en alta es la misma fijada para el Consorcio de Aguas de Tarragona, incluyendo el mismo canon de la Ley de 1981, y otros gastos adicionales (como el del transporte en barco) a cargo del beneficiario.

3.7.3.4. Conclusiones

Como se deduce de lo expuesto, no existe una denominación común para los pagos por las transferencias de agua (tarifa de conducción del agua, canon de trasvase, canon), lo que induce una indeterminación nominal y jurídica que puede ser obviada mediante la planificación nacional.

En cuanto a las *subvenciones* estatales a las infraestructuras de los trasvases, solo hay mención específica y concreta en la Ley del Tajo-Segura, y ello por

razones del contraste entre el dimensionamiento del trasvase frente a su posible utilización actual. En el trasvase a Tarragona se dice que quedan prohibidas las subvenciones estatales para el aprovechamiento de las aguas concedidas, aunque se posibilitan subvenciones procedentes de los Presupuestos Generales del Estado para el Plan de infraestructuras del Delta que, de algún modo, pueden afectar a la revalorización del canon.

En cuanto a las *compensaciones* a las cuencas cedentes, todos los trasvases planteados vinculan -de alguna u otra forma- su sistema económico con tales compensaciones, que pueden ser interpretadas como una aplicación del equilibrio interterritorial (Menéndez Rexach y Díaz Lema [1986] p.638), o, en términos económicos, como una expresión del *valor de existencia* del agua derivada.

Admitida su universalidad, la diferencia está en las distintas fórmulas empleadas, pudiendo darse los casos de:

1. Afectación desde el primer momento del total del concepto de la tarifa destinado a compensar la inversión estatal a la realización de obras hidráulicas. Es el caso del Tajo-Segura y su componente de la tarifa de aportación por el coste de la obra.
2. Afectación de todo el canon a obras hidráulicas, pero en un momento diferido futuro. Es el caso de Tarragona, una vez amortizadas las obras del Delta.
3. Afectación desde el primer momento de un porcentaje de un componente del canon, a obras hidráulicas de compensación. Es el caso del Guadiaro-Guadalete, en el que este porcentaje del componente destinado a compensar la inversión del Estado, y destinado a las obras de compensación, se fijará por el MOPTMA.

Estos sistemas aportan sin duda ventajas positivas a la regulación económica de las obras, pero plantean también algunos serios inconvenientes.

En primer lugar, el concepto de recuperación de la inversión del Estado se pervierte si una fracción de su monto se desvía a las obras de compensación, pues de ser así, no hay verdadera y completa *recuperación* de la inversión realizada, sino solo de la parte que quede tras la desviación a las compensaciones.

Por otra parte, y como ya se apuntó en relación con el Tajo-Segura, determinadas obras sanitarias o de abastecimiento previstas como compensaciones son realmente exigencias jurídicas y necesidades sociales, por lo que no deben considerarse dádivas de los beneficiados por las transferencias.

Finalmente, y como también se dedujo de la experiencia del Tajo-Segura, no resulta deseable que las compensaciones se asocien necesariamente a infraestructuras hidráulicas en las cuencas cedentes. Dado que lo que realmente resulta interesante para los diferentes territorios es conservar la riqueza creada y promover el desarrollo socioeconómico, podría ser una fórmula de compensación más amplia el permitir la utilización de los fondos generados en otros proyectos cualesquiera de inversión, no exclusivamente del sector hidráulico, de naturaleza medioambiental, o incluso en gastos de explotación de sistemas hidráulicos en operación. El mecanismo de reequilibrio territorial de las transferencias hidráulicas podría, pues, ser en cierto sentido similar al del Fondo de Compensación Interterritorial, con el que mantiene, sin duda, ciertos paralelismos.